



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES
CLAROS**

**MARCA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES E
CRESCIMENTO DO ABACAXIZEIRO
'VITÓRIA' IRRIGADO**

BRUNA APARECIDA MADUREIRA DE SOUZA

2012

BRUNA APARECIDA MADUREIRA DE SOUZA

**MARCHA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES E CRESCIMENTO DO
ABACAXIZEIRO ‘VITÓRIA’ IRRIGADO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”.

Orientador
Prof. DSc. Rodinei Facco Pegoraro

JANAÚBA
MINAS GERAIS - BRASIL
2012

S725m

Souza, Bruna Aparecida Madureira de.

Marcha de absorção de nutrientes e crescimento do abacaxizeiro 'Vitória' irrigado. [manuscrito] / Bruna Aparecida Madureira de Souza. – 2012.

112 p.

Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros-Janaúba, 2012.

Orientador: Prof. D. Sc. Rodinei Facco Pegoraro.

1. Análise de crescimento. 2. *Ananás comosus var. comosus*. 3. Matéria seca. I. Pegoraro, Rodinei Facco. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 634.774

Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

BRUNA APARECIDA MADURERA DE SOUZA

**MARCA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES E CRESCIMENTO DO
ABACAXIZEIRO ‘VITÓRIA’ IRRIGADO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”.

APROVADA em 28 de Setembro de 2012.

Prof. DSc. Rodinei Facco Pegoraro
UNIMONTES (Orientador)

Prof. DSc. Victor Martins Maia
UNIMONTES (Coorientador)

Prof. DSc. Marcos Koiti Kondo
UNIMONTES (Conselheiro)

Prof. DSc. Regynaldo
Arruda Sampaio
UFMG (Conselheiro)

Prof. DSc. Marlon Cristian Toledo Pereira
UNIMONTES (Conselheiro)

**JANAÚBA
MINAS GERAIS - BRASIL
2012**

A toda minha família!

Ofereço

*Ao Deus Maravilhoso.
Aos meus amados pais, Eustáquio e Rosângela
pelo constante incentivo, amor e carinho.
Ao amado e saudoso Werner por ter me
ensinado a nunca desistir dos meus sonhos.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus pela a oportunidade de mais uma conquista, pela minha vida, pelos meus amigos, por todas as lições e obstáculos que enfrento.

A Unimontes, professores e funcionários pelos conhecimentos adquiridos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico-CNPQ, pela concessão da bolsa de mestrado e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais-FAPEMIG pelo apoio financeiro concedido ao projeto de pesquisa.

Ao professor Rodinei, pela atenção orientação, colaboração e disponibilidade em compartilhar seus conhecimentos.

Aos demais membros da banca: Professor Victor Martins Maia, Professor Marcos Koiti Kondo, Professor Reginaldo Arruda Sampaio e Professor Marlon Cristian Toledo, pelas sugestões apresentadas que contribuíram para melhorias na qualidade do trabalho.

Aos meus amados pais, Rosângela e Eustáquio, pelo apoio constante e incentivo.

A toda minha família, em especial as minhas irmãs Daniela e Cecília, minhas tias Ana e Stela, meus primos Adrienne, Karla e Mateus por sempre estarem ao meu lado me apoiando e incentivando.

Aos colegas Jéssica, Deivisson, Luís Phellipe, Ananias, Paulo, Dário, Uirá e Miquéias pela ajuda na condução do meu experimento

As minhas amigas e companheiras de república Jeniffer, Leticia e Aline pela amizade e convivência por todos esses anos.

Aos meus colegas de mestrado Cristiane, Heliselle, Fernanda, Antônio Fábio, Leandro, Hugo, Thallyta, Maria Luíza, Néia, Diney, pela amizade e convivência.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	I
LISTA DE FIGURAS.....	III
RESUMO.....	V
ABSTRACT.....	VII
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.1. CARACTERÍSTICAS GERAIS DA CULTURA DO ABACAXIZEIRO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2.2. CRESCIMENTO DO ABACAXIZEIROERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
2.3. DEMANDA NUTRICIONAL DO ABACAXIZEIRO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICASERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
CAPÍTULO 1	17
CRESCIMENTO DO ABACAXIZEIRO ‘VITÓRIA’ IRRIGADO EM CONDIÇÕES DO SEMIÁRIDO.....	17
RESUMO.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
ABSTRACT.....	20
1. INTRODUÇÃO.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2. MATERIAL E MÉTODOS	25
2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	25
2.2. CULTIVAR.....	27
2.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	27
2.4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO SOLO, IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO ESTUDO	27
2.5. MANEJO DA IRRIGAÇÃO.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.

2.6. CARACTERÍSTICAS AVALIADASERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
2.7. ANÁLISES ESTATÍSTICAS ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
4. CONCLUSÕES.....	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
CAPÍTULO 2	57
ABSORÇÃO, ACÚMULO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES NO ABACAXIZEIRO ‘VITÓRIA’ IRRIGADO.....	57
RESUMO.....	58
ABSTRACT.....	60
1. INTRODUÇÃO.....	60
2. MATERIAL E MÉTODOS	64
2.1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL	64
2.2. CULTIVAR.....	66
2.3. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	66
2.4. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO SOLO, IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO ESTUDO	66
2.5. MANEJO DA IRRIGAÇÃO.....	71
2.6. CARACTERÍSTICAS AVALIADASERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
2.7. ANÁLISES ESTATÍSTICAS ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	74
3.1. ABSORÇÃO E ACÚMULO DE MACRONUTRIENTES DURANTE O CICLO DE DESENVOLVIMENTO DO ABACAXIZEIRO ‘VITÓRIA’ ..	78
3.2. EXPORTAÇÃO DE MACRONUTRIENTES	94
3.2. ACÚMULO E ABSORÇÃO DE MICRONUTRIENTES DURANTE O CICLO DE DESENVOLVIMENTO DO ABACAXIZEIRO..... ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.	
3.5. EXPORTAÇÃO DE MICRONUTRIENTES	108
4. CONCLUSÕES.....	109

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS
SERRO!
DEFINIDO.

INDICADOR

NÃO

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1.** Características químicas e físicas de amostra de solo da área de cultivo para a camada de 0- 20 cm de profundidade. **29**
- TABELA 2.** Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos dados relativos à altura de plantas, diâmetro do talo (DT), comprimento da folha d (CFD), matéria fresca das folhas totais (MFFT), matéria fresca da folha d (MFFD), matéria fresca do talo (MFTA), matéria fresca da raiz (MFRA), matéria fresca da biomassa total (MFBIO) do abacaxizeiro ‘vitória’ em função dos dias após o plantio (DAP). **36**
- TABELA 3.** Resumo da análise de variância para as características: matéria seca das folhas totais (MSFT), massa seca da folha d (MSFD), matéria seca do talo (MSTA), matéria seca da raiz (MSRA), matéria seca da biomassa total (MSBIO) do abacaxizeiro ‘vitória’ em função dos dias após o plantio (DAP). **37**
- TABELA 4.** Estimativa dos parâmetros do modelo ajustado de regressão não-linear e taxa de máximo acúmulo (TMA) para características de crescimento: altura de planta, peso fresco da folha d (PFFD), comprimento da folha d (CFD), diâmetro do talo (DT) e produção de massa de matéria fresca e seca de raízes (MFRA e MSRA), talo (MFT e MST), folhas (MFF e MSF), biomassa vegetativa (MFBV e MSBV) e biomassa total (MFBT e MSBT), durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’. **43**
- TABELA 5.** Produção de matéria fresca e seca obtida nos distintos compartimentos da planta (folhas totais, talo, raiz, mudas, fruto com coroa) e biomassa vegetativa (folhas totais + talo + raiz) relação à produção total de biomassa ao final do ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’..... **49**
- TABELA 6.** Estimativas dos coeficientes de correlação linear de pearson entre as características altura de planta, peso fresco da folha d (PFD), diâmetro do talo (DT), comprimento da folha d (CFD), matéria fresca da folha (MFF), matéria fresca do talo (MFTA), matéria fresca da raiz (MFRA), matéria fresca da biomassa vegetativa (MFBV), matéria fresca da biomassa total (MFBT) durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’..... **51**
- TABELA 7.** Características químicas e físicas de amostra de solo da área de cultivo para a camada de 0- 20 cm de profundidade. **68**
- TABELA 8.** Resumo da análise de variância (quadrado médio) dos dados relativos ao acúmulo de macronutrientes nos distintos componentes do abacaxizeiro ‘vitória’ (folhas totais, folha d, talo, raiz) em função dos dias após o plantio (DAP). UNMONTES, Janaúba, MG. 2012. **75**

TABELA 9. Teor de macro e micronutrientes da folha d do abacaxizeiro ‘vitória’ coletada aos 630 dias após o plantio, na fase de indução floral. UNIMONTES- Janaúba, 2012.....	77
TABELA 10. Acúmulo de macronutrientes (kg ha ⁻¹) no abacaxizeiro determinados por diferentes autores. UNIMONTES, Janaúba, 2012.....	79
TABELA 11. Estimativa dos parâmetros do modelo ajustado de regressão não linear e taxa de máximo acúmulo de macronutrientes nos componentes da planta: raiz, talo, folhas, biomassa vegetativa e biomassa total, durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’.....	83
TABELA 12. Estimativa dos parâmetros do modelo ajustado de regressão não linear e taxa de máximo acúmulo de macronutrientes nos componentes da planta: raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa e biomassa total, durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’.....	89
TABELA 13. Estimativa dos parâmetros dos modelos ajustados para o acúmulo relativo de macronutrientes nos componentes da planta: raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa e biomassa total, durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’.....	92
TABELA 14. Resumo da análise de variância (quadrado médio) dos dados relativos ao acúmulo de macronutrientes nos distintos componentes do abacaxizeiro ‘Vitória’ (folhas totais, folha d, talo, raiz) em função dos dias após o plantio (DAP). UNIMONTES, Janaúba, MG. 2012.....	96
TABELA 15. Estimativa dos parâmetros do modelo ajustado de regressão não linear e taxa de máximo acúmulo de micronutrientes nos componentes da planta: raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa e biomassa total, durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’.....	101
TABELA 16. Estimativa dos parâmetros dos modelos ajustados para o acúmulo relativo de micronutrientes nos componentes da planta: raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa e biomassa total, durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’.....	107

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1.** Precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima mensal obtida no Município de Janaúba, Estado de Minas Gerais, para o período de cultivo do abacaxizeiro ‘Vitória’ (julho de 2009 a outubro de 2011)..... **26**
- FIGURA 2.** Indicação de estágios fenológicos por meio de produção relativa de biomassa vegetativa (folhas, caule e raízes) para o ciclo vegetativo do abacaxizeiro ‘Vitória’ e, caracterizado pelo peso fresco médio de folha D..... **39**
- FIGURA 3.** Características de crescimento avaliadas por meio da altura de planta, diâmetro do talo, comprimento da folha d, peso fresco e seco da folha d e, produção de matéria fresca e seca dos componentes: raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa (raízes + talo + folhas) e biomassa total, durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’, em dias após o plantio. **42**
- FIGURA 4.** Taxa de crescimento relativo (TCR) da biomassa total, folhas, talo e raiz durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’, em dias após o plantio..... **47**
- FIGURA 5.** Precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima mensal obtida no Município de Janaúba, Estado de Minas Gerais, para o período de cultivo do abacaxizeiro ‘Vitória’ (julho de 2009 a outubro de 2011)..... **65**
- FIGURA 6.** Acúmulo de N e P nas raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa (raízes + talo + folhas) e biomassa total (biomassa vegetativa + frutos + mudas), durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘vitória’, em dias após o plantio. **81**
- FIGURA 7.** Acúmulo de K e S nas raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa (raízes + talo + folhas) e biomassa total (biomassa vegetativa + frutos + mudas), durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’, em dias após o plantio. **86**
- FIGURA 8.** Acúmulo de Ca e Mg nas raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa (raízes + talo + folhas) e biomassa total (biomassa vegetativa + frutos + mudas), durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’, em dias após o plantio. **88**
- FIGURA 9.** Acúmulo relativo de macronutrientes nas raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa (raízes + talo + folhas) e biomassa total (biomassa vegetativa + frutos + mudas), frutos e mudas durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’, em dias após o plantio..... **91**

FIGURA 10. Acúmulo de Zn e Fe nas raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa (raízes + talo + folhas) e biomassa total (biomassa vegetativa + frutos + mudas), durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’, em dias após o plantio.	100
FIGURA 11. Acúmulo de Cu e Mn nas raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa (raízes + talo + folhas) e biomassa total (biomassa vegetativa + frutos + mudas), durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’, em dias após o plantio.	104
FIGURA 12. Acúmulo relativo de micronutrientes nas raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa (raízes + talo + folhas) e biomassa total (biomassa vegetativa + frutos + mudas), frutos e mudas durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’, em dias após o plantio.....	106

RESUMO

SOUZA, Bruna Aparecida Madureira de. **Marcha de absorção de nutrientes e crescimento do abacaxizeiro ‘Vitória’ irrigado.** 2012. 112 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido)-Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

O conhecimento sobre o crescimento e nutrição mineral do abacaxizeiro é fundamental para o manejo correto da cultura. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento vegetativo, absorção e acúmulo de nutrientes no abacaxizeiro ‘Vitória’ irrigado em condições do semiárido. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram definidos por nove épocas de amostragem de plantas e seus componentes (270, 330, 390, 450, 510, 570, 690, 750 e 810 dias após o plantio (DAP). Durante o período de condução do estudo e para cada época de amostragem foram avaliadas as seguintes características: altura de plantas, diâmetro do talo, comprimento da folha D, acúmulo de matéria fresca e seca dos distintos compartimentos da planta, da biomassa total e vegetativa, produção de frutos, absorção, acúmulo e exportação de macro e micronutrientes na cultura. Os resultados foram submetidos à análise de variância e na presença de diferenças significativas ($p < 0,001$), foram ajustados modelos de regressão não linear. Por meio da produção relativa de biomassa vegetativa foram propostos cinco estádios fenológicos de crescimento do abacaxizeiro: até 20% de produção de biomassa-V1; 21-40%-V2; 41-60%-V3; 61-80%-V4; acima de 80%-V5. A maioria das características de crescimento, como altura de plantas, comprimento da folha D, diâmetro do talo e produção de biomassa nos componentes da planta tiveram incremento inicial lento (no estádio fenológico V1), e atribuído ao menor tamanho e tipo de muda utilizado no plantio. O acúmulo máximo de biomassa vegetativa ocorreu entre os estádios V4 e V5. As folhas foram responsáveis pela produção final de 54 a 47% da biomassa total de matéria fresca e seca, respectivamente. As taxas de crescimento relativo foram maiores no estádio V1 e decresceram com o tempo de cultivo, no entanto as taxas de máximo acúmulo foram observadas nos estádios V4 e V5, implicando a

¹ **Comitê de Orientação:** Prof. Dr. Rodinei Facco Pegoraro – UNIMONTES (Orientador); Prof. Dr. Victor Martins Maia UNIMONTES (Coorientador); Prof. Dr. Marcos Koiti Kondo UNIMONTES (Conselheiro); Prof. Dr. Reginaldo Arruda Sampaio – UFMG (Conselheiro); Prof. Dr. Marlon Cristian Toledo Pereira UNIMONTES (Conselheiro).

produção final de 72 t ha⁻¹ de frutos e 326 t ha⁻¹ de biomassa da planta (matéria fresca). O conteúdo médio de macro e micronutrientes absorvidos pelo abacaxizeiro ‘Vitória’ foi considerado superior àqueles encontrados em literatura. As folhas e o talo foram os componentes da planta que apresentaram maior acúmulo de nutrientes. O acúmulo de macronutrientes no abacaxizeiro ‘Vitória’ apresentou a seguinte ordem decrescente: K>N>S>Ca>Mg>P e correspondeu a 898,32 kg ha⁻¹ de K; 451,71 kg ha⁻¹ de N; 134,27 kg ha⁻¹ de S ; 129,17 de kg ha⁻¹ de Ca; 126,41 kg ha⁻¹ de Mg 107,26 kg ha⁻¹ de P; . No entanto, a exportação de macronutrientes pelo fruto na cultura do abacaxizeiro seguiu a seguinte ordem decrescente: K>N>S>Ca>P>Mg. Para micronutrientes, o acúmulo total apresentou a seguinte ordem decrescente: Fe>Zn>Mn>Cu. No entanto, a exportação de macronutrientes pelo fruto na cultura do abacaxizeiro seguiu a seguinte ordem decrescente: Zn> Fe> Cu>Mn. Os conteúdos de nutrientes exportados pelos frutos representaram importante componente de extração de nutrientes do solo, que deverão ser restituídos, enquanto os nutrientes contidos nas folhas, talo e raiz podem ser incorporados ao solo dentro de um programa de reaproveitamento de restos culturais.

Palavras-chave: *Ananas comosus var. comosus*, análise de crescimento, matéria seca.

ABSTRACT

SOUZA, Bruna Aparecida Madureira de. **Nutrient absorption march and growth of irrigated 'Vitória' pineapple.** 2012. 129 p. Dissertation (Master in Plant Production in the Semiarid)-Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.²

Knowing on the growth and mineral nutrition of pineapple is fundamental for its correct management. Thus, this work aimed to evaluate the vegetative growth, absorption and accumulation of nutrients in the 'Vitória' pineapple under irrigated conditions of the semiarid. The used statistical design was in blocks at random, with four repetitions. The treatments were defined for nine times of sampling of plants and their components (270, 330, 390, 450, 510, 570, 690, 750 and 810 days after planting (DAP)). During the study period and for each sampling time the following characteristics were appraised: plants height, stem diameter, length of the D leaf, accumulation of fresh and dry matter of the different compartments of the plant, total and vegetative biomass, production of fruits, absorption, accumulation and export of macro and micronutrients in the crop. The results were submitted to analysis of variance and in the presence of significant differences ($p < 0.001$), models of no-lineal regression were adjusted. By means of relative production of vegetative biomass five phenological stages of pineapple growth were proposed: up to 20% of production of biomass-V1; 21-40% - V2; 41-60% - V3; 61-80% - V4; above 80% - V5. Most of the growth characteristics, as plants height, length of the D leaf, stem diameter and biomass production in the plant components presented slow initial increment (in the

² **Guidance Committee:** Prof. Dr. Rodinei Facco Pegoraro – UNIMONTES (Adviser); Prof. Dr. Victor Martins Maia UNIMONTES (Co-adviser); Prof. Dr. Marcos Koiti Kondo UNIMONTES; Prof. Dr. Regynaldo Arruda Sampaio – UFMG; Prof. Dr. Marlon Cristian Toledo Pereira UNIMONTES.

phenological stage V1), and attributed to the smallest size and type of planting material used. The maximum accumulation of vegetative biomass occurred between the stages V4 and V5. The leaves were responsible for the final production of 54 to 47% of total biomass of fresh and dry matter, respectively. The rates of relative growth were larger in the stage V1 and they decreased with the cultivation time, however the rates of maximum accumulation were observed at the stages V4 and V5, resulting in the final production of 72 t ha⁻¹ of fruits and 326 t ha⁻¹ of plant biomass (fresh matter). O medium content of macro and micronutrients absorbed by the 'Vitória' pineapple was considered superior to those found in the literature. Leaves and stem were the plant components that presented larger nutrients accumulation. The macronutrients accumulation in the 'Vitória' pineapple presented the following decreasing order: K > N > S > Ca > Mg > P. However, the macronutrients export for the pineapple fruit followed the following decreasing order: K>N>S>Ca>P>Mg. For micronutrients, the total accumulation presented the following decreasing order: Fe>Zn>Mn>Cu. However, the macronutrients export for the pineapple fruit followed the following decreasing order: Zn>Fe>Cu > Mn. The contents of nutrients exported by the fruits represented important component of nutrients extraction of the soil that should be returned, while the nutrients contained in the leaves, stem and root can be incorporate to soil inside of a program of plant residues resorption.

Key words: *Ananas comosus var. comosus*, growth analysis, dry matter.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O abacaxi é a terceira fruta tropical mais cultivada no mundo, sendo o Brasil um dos maiores produtores mundiais, com produção estimada em 1,47 bilhões de frutos em uma área colhida de 56,61 mil ha (IBGE, 2012).

O cultivo do abacaxizeiro nas regiões produtoras brasileiras é realizado em escala comercial, quase que exclusivamente com as cultivares ‘Smooth Cayenne’ e ‘Pérola’ (SAMPAIO *et al.*, 2011), as quais tem o inconveniente de serem suscetíveis à fusariose. Nos últimos anos, muitos produtores rurais e empresas têm sofrido perdas significativas de produtividade e lucratividade com o abacaxizeiro em decorrência da fusariose, sendo essa considerada a doença mais importante dessa cultura no Brasil. No entanto, o surgimento de cultivares resistentes a essa doença, como a cultivar ‘Vitória’, pode ser uma alternativa para plantios comerciais, visando melhorar a produtividade, reduzir os custos de produção, uma vez que a fusariose é responsável por perdas de até 40% na produção, além de atender às diferentes exigências do mercado.

A cultivar ‘Vitória’ é um híbrido resultante do cruzamento das cultivares ‘Primavera’ e ‘Smooth Cayenne’. É uma planta vigorosa e sem espinhos, o que facilita os tratos culturais. Os frutos são de polpa branca, possuem elevado teor de açúcares e excelente sabor, podendo ser destinados tanto ao mercado de consumo *in natura* quanto à agroindústria (VENTURA *et al.*, 2009).

O crescimento vegetativo das plantas é resultante da interação de vários fatores do ambiente físico associados às complexas respostas fisiológicas do seu metabolismo. O rendimento de uma cultura depende da produção de biomassa total e da distribuição de matéria seca entre as partes produtivas e não produtivas da planta (GUIMARÃES *et al.*, 2002). A produção de matéria seca de planta é utilizada para indicar a intensidade de crescimento da mesma. Desse modo, o conhecimento dos padrões de acúmulo de matéria seca de uma cultura

possibilita melhor entendimento dos fatores relacionados com a nutrição mineral, conseqüentemente, com a adubação, visto que a absorção de nutrientes é influenciada pela taxa de crescimento da planta (BARBOSA *et al.*, 2003).

A análise de crescimento fundamenta-se na medida sequencial do acúmulo de matéria orgânica pela planta, determinada normalmente pela mensuração da massa seca da planta e ou de seus compartimentos. Os estudos sobre análise de crescimento de espécies vegetais possibilitam acompanhar o desenvolvimento das plantas e a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento total (BENINCASA, 2003).

O conhecimento sobre o crescimento da planta do abacaxi é fundamental para o manejo correto da cultura, podendo também auxiliar na definição de parâmetros mais adequados para avaliação nas diversas fases do ciclo.

O abacaxizeiro requer quantidades de nutrientes para seu crescimento, desenvolvimento e produção que, normalmente, na maioria dos solos onde é cultivado, não há estoque natural suficiente para suprir integralmente suas necessidades nutricionais (BREGONCI *et al.*, 2008 a), o que torna a adubação uma prática fundamental para atender as suas necessidades.

É de fundamental importância o conhecimento da absorção e do acúmulo de nutrientes nas diferentes fases de crescimento da cultura, pois permite determinar as épocas de maior exigência nutricional pela planta. Vale ressaltar que as curvas de absorção refletem o que a planta necessita, e não o que deve ser aplicado, uma vez que tem que se considerar a eficiência de aproveitamento dos nutrientes, que é variável segundo as condições climáticas, o tipo de solo, o sistema de irrigação, o manejo cultural, entre outros fatores. (GRANGEIRO *et al.*, 2007; CASTOLDI *et al.*, 2009).

Além disso, a quantidade de nutrientes acumulados nos distintos compartimentos do abacaxizeiro, principalmente no fruto, é importante para se

avaliar a exportação desses nutrientes na área de cultivo, tendo se tornado um dos componentes necessários para as recomendações econômicas de adubação.

Informações encontradas em literatura a respeito do crescimento e absorção de nutrientes pelo abacaxizeiro referem-se basicamente às cultivares ‘Smooth Cayenne’ e Pérola (RODRIGUES *et al.*, 2010; SIEBENEICHLER *et al.*, 2008; SOUZA *et al.*, 2007; Spironello *et al.* 2004). Para a cultivar ‘Vitória’ tais estudos são considerados escassos, especialmente quando associados a sistemas de cultivo irrigado e em condições edafoclimáticas do semiárido.

Portanto, o presente estudo objetivou avaliar o crescimento vegetativo, absorção e acúmulo de nutrientes no abacaxizeiro ‘Vitória’ irrigado em condições do semiárido.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Características gerais da cultura do abacaxizeiro

O abacaxizeiro cultivado mundialmente é o da espécie *Ananas comosus* var. *comosus* L. (Merril), e seu fruto é conhecido como abacaxi ou ananás. É planta de clima tropical que apresenta melhor qualidade de fruto na faixa de temperatura de 22 °C a 32 °C, com amplitude térmica, entre o dia e a noite, variando de 8 °C a 14 °C. É considerada uma planta bem adaptada aos solos ácidos, sendo a faixa de pH de 4,5 a 5,5 a mais recomendada para o seu cultivo (REINHARDT *et al.*, 2000).

O ciclo cultural do abacaxizeiro está dividido em três fases distintas: a fase de crescimento vegetativo, que vai do plantio ao tratamento para indução floral (TIF) ou da iniciação floral natural, e que tem duração variável, mas corresponde ao período de 8 a 12 meses; a segunda, denominada reprodutiva, ou de formação do fruto, com duração de 5 a 6 meses, é bastante estável independente da região; e a fase propagativa, ou de formação de mudas (filhotes e rebentões), que se sobrepõe parcialmente à segunda fase (CRESTANI *et al.*, 2010). Segundo Almeida *et al.* (2002), o ciclo do abacaxizeiro pode ser influenciado pelo material propagativo utilizado, pelas condições ambientais e pelo manejo da cultura. Em geral, o primeiro ciclo da cultura, em regiões tropicais, varia de 13 a 18 meses.

O abacaxizeiro pode ser explorado por um ciclo, ou por um ou mais ciclos adicionais, chamados de soca. Os ciclos têm duração variável, dependendo das condições climáticas, do vigor do material de plantio e do manejo da cultura. Na Região Tropical brasileira, representativa para muitas regiões de cultivo de abacaxi no mundo, o primeiro ciclo dura de 13 a 18 meses,

enquanto os ciclos da soca são mais curtos, levando, em geral, cerca de 12 a 14 meses (REINHARDT *et al.*, 2000).

O abacaxizeiro é uma planta herbácea e perene, possui um caule (talo) curto e grosso, ao redor do qual crescem as folhas, em forma de calhas estreitas e rígidas, e no qual também se inserem as raízes axilares. O sistema radicular é fasciculado, superficial e fibroso, encontrado em geral à profundidade de 0 a 30 cm e, raras vezes, a mais de 60 cm da superfície do solo. A planta adulta das variedades comerciais mede de 1,00 m a 1,20 m de altura e de 1,00 m a 1,50 m de diâmetro (CRESTANI *et al.*, 2010).

As folhas são classificadas, segundo seu formato e sua posição na planta, em A, B, C, D, E, F, da mais velha e externa, para a mais nova e interna, respectivamente. A folha D é a mais importante do ponto de vista do manejo da cultura, sendo a mais jovem dentre as folhas adultas e, metabolicamente, a mais ativa de todas, e, por conseguinte, usada na análise do crescimento e do estado nutricional da planta (REINHARDT *et al.*, 2000). O pedúnculo desenvolve-se a partir do talo, e é a parte da planta que sustenta a inflorescência e, posteriormente, o fruto.

Na fase reprodutiva, do centro da roseta foliar emerge a inflorescência, formada por dezenas de flores individuais, inseridas em torno de um eixo, cada uma dando origem ao fruto verdadeiro do abacaxi, que é do tipo baga. As mudas, que constituem o material para novos plantios, desenvolvem-se a partir de gemas axilares localizadas no talo (chamadas de rebentões) e no pedúnculo (que são os filhotes). A coroa que surge no topo do fruto é uma planta em miniatura, podendo ser considerada uma extensão do caule, e que também é usada como material de plantio (CUNHA, 2004).

As cultivares mais conhecidas no Brasil são: ‘Pérola’ ou Branco de Pernambuco e ‘Smooth Cayenne’, ambas suscetíveis à fusariose. A ‘Smooth Cayenne’ é a cultivar mais plantada no mundo, correspondendo a 70% da

produção mundial, conhecida também por abacaxi havaiano. É uma planta robusta com folhas praticamente sem espinhos. O fruto tem formato cilíndrico, com peso entre 1,5 e 2 quilos, apresenta coroa relativamente pequena, casca de cor amarelo-alaranjada e polpa amarela, firme, rica em açúcares, e de acidez elevada. Produz pequena quantidade de mudas do tipo filhote e rebentões frequentes e é adequada para industrialização e consumo ‘in natura’ (SOUZA e TORRES, 2011). A cultivar ‘Pérola’ caracteriza-se por apresentar plantas eretas, folhas longas providas de espinhos, pedúnculos longos, numerosos filhotes e poucos rebentões. O fruto é cônico com casca amarelada, polpa branca, pouco ácida, suculenta, saborosa, peso médio entre 1 e 1,5 kg e apresenta coroa grande (LIMA *et al.*, 2002).

A cultivar ‘Vitória’ é um híbrido resultante do cruzamento das cultivares ‘Primavera’ e ‘Smooth Cayenne’ e tem como principal característica a resistência à fusariose, doença causada pelo fungo *Fusarium subglutinans* f.sp. *ananas* (Sin.: *F. guttiforme*), é considerada a principal ameaça às lavouras de abacaxi no Brasil, responsável por perdas de até 40% na produção. Por ser resistente à fusariose, o abacaxizeiro ‘Vitória’ dispensa o uso de fungicidas para controle da doença, possibilitando a redução do impacto ambiental e dos custos de produção. Além disso, os frutos possuem um excelente sabor, elevado teor de açúcares (média de 15,8 °Brix), polpa branca e podem ser destinados ao mercado de consumo ‘in natura’ e à agroindústria. As plantas apresentam folhas sem espinhos, o que facilita os tratos culturais e viabiliza a adoção do plantio em sistema de fileira dupla.

O abacaxizeiro é uma cultura que possui uma exigência relativamente baixa de água. Mesmo assim, a irrigação é fundamental para uma produção mais uniforme. A razão disso é que o abacaxizeiro tem demanda permanente de água, variável ao longo do ciclo e dependente do seu estágio de desenvolvimento. Nas regiões tropicais brasileiras, a irrigação tem sido usada de

forma complementar, atendendo à demanda hídrica das plantas nos meses com menores índices pluviométricos (MARINHO *et al.* 1998; MELO *et al.*, 2006).

2.2. Crescimento do abacaxizeiro

O conhecimento sobre o crescimento das plantas é fundamental para o manejo adequado e a identificação de problemas no desenvolvimento da cultura, tais como ocorrência de deficiências hídrica e nutricional, competição de plantas daninhas, solos compactados ou mal drenados, entre outros (SOUZA *et al.*, 2007).

A análise de crescimento é o primeiro passo na análise da produção primária das culturas e baseia-se no fato de que, em média, 90% da matéria orgânica acumulada ao longo do crescimento da planta resultam da atividade fotossintética, e o restante da absorção mineral do solo. O acúmulo de matéria seca e o incremento da área foliar, quantificados em função do tempo, são utilizados na estimativa de vários índices fisiológicos, tais como; taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, a taxa assimilatória líquida, taxa de crescimento da cultura (LIMA *et al.*, 2007).

Brengonci *et al.* (2008 b), avaliando o efeito da adubação foliar com ureia, cloreto de potássio, ácido bórico de um formulado comercial com macro e micronutrientes no crescimento das mudas micropropagadas do abacaxizeiro cultivar ‘Gold’, observaram que todos os adubos foliares, em todos os recipientes utilizados, proporcionaram maior crescimento em área foliar, altura e massa seca da parte aérea das mudas do abacaxizeiro ‘Gold’, mas não aumentaram a massa seca do sistema radicular.

Rodrigues *et al.* (2010), estudando o crescimento dos abacaxizeiros ‘Smooth Cayenne’ e ‘Pérola’, no estado da Paraíba, observaram que as plantas da cultivar ‘Pérola’ apresentaram maior crescimento vegetativo, expresso pelos

valores de matérias fresca e seca de raiz, caule e folhas, e peso da folha D, em relação às da cultivar ‘Smooth Cayenne’.

Em experimento utilizando mudas da cultivar ‘Smooth Cayenne’, com adubação foliar, em diferentes concentrações de ureia, cloreto de potássio e ácido bórico, Coelho *et al.* (2007 a) verificaram um crescimento linear positivo para as características altura das brotações, número de folhas, área foliar, massas fresca e seca das mudas para o nível crescente de adubação com ureia. O cloreto de potássio e o ácido bórico não influenciaram nos crescimento de mudas dessa cultivar.

O crescimento das cultivares “Pérola” e ‘Smooth Cayenne’ foi comparado por Reinhardt e Medina (1992), na Bahia, utilizando-se dois tipos de mudas, avaliando as seguintes variáveis de crescimento: peso fresco das plantas, peso fresco das folhas e do talo, comprimento e largura mediana da folha D. Eles observaram que não houve diferenças significativas entre o crescimento das duas variedades, indiferente do tamanho da muda.

2.3. Demanda nutricional do abacaxizeiro

O estado nutricional do abacaxizeiro tem uma larga influência no crescimento da planta e, conseqüentemente, na produção e na qualidade do fruto (RIBEIRO *et al.*, 2011). O abacaxizeiro é considerado uma planta bastante exigente, demandando normalmente quantidade de nutrientes que a maioria dos solos não pode suprir totalmente. Por isso, para se obter uma produção comercial satisfatória, a prática da adubação é considerada imprescindível (BREGONCI *et al.*, 2008 a). Nos solos pobres do semiárido brasileiro esta prática é fundamental para obtenção de uma boa produção da cultura.

Altas produtividades do abacaxizeiro dependem de um programa de adubação criterioso e definido conforme os objetivos da produção, uma vez que

a demanda nutricional da cultura é elevada e variável em função dos fatores edafoclimáticos, das práticas de manejo adotadas, da cultivar, do sistema e da densidade de plantio (SILVA *et al.*, 2009).

Uma adubação equilibrada propicia maiores produções e a obtenção de frutos de melhor qualidade e maior resistência a pragas e doenças. Segundo Betancourt *et al.* (2005), os nutrientes mais exigidos pelo abacaxizeiro são potássio, nitrogênio e cálcio. Malavolta (1982) afirma que as exigências do abacaxizeiro em nutrientes obedecem à seguinte ordem decrescente de macronutrientes: K, N, Ca, Mg, S e P, e de micronutrientes: Cl, Fe, Mn, Zn, Cu e B.

O abacaxizeiro tem pequena demanda de nitrogênio e potássio até, aproximadamente, quatro meses após o plantio; posteriormente, a necessidade aumenta com o crescimento até a indução floral. O potássio acumula-se nas folhas em uma quantidade maior que qualquer outro nutriente e tem influência sobre a qualidade do fruto. Enquanto o nitrogênio promove crescimento vegetativo vigoroso o que exerce grande influência no peso do fruto (RAMOS *et al.*, 2011).

A adubação nitrogenada na cultura do abacaxi proporciona maior produção de frutos, frutos de maior tamanho, decréscimo na acidez do fruto e maior rendimento de suco. Conforme as recomendações para a cultura, a adubação deve ser efetuada na fase vegetativa de seu ciclo, quando ocorrem as maiores taxas de acumulação pela planta, fracionando os fertilizantes nitrogenados e potássicos em, no máximo, três vezes no período compreendido entre o plantio e os 30 dias que antecedem a indução floral (RIBEIRO *et al.*, 2011).

Veloso *et al.* (2001), trabalhando com diferentes doses de potássio no abacaxizeiro, cultivar ‘Pérola’, verificaram que com a adição de potássio, na forma de cloreto de potássio, aumentou-se a produção de forma quadrática,

estimando-se uma produção máxima de 79 t ha⁻¹ de frutos com coroa com a dose de 22 g planta⁻¹ de K₂O. O diâmetro e o comprimento do fruto aumentaram com as doses do nutriente, e a acidez do fruto decresceu linearmente.

Coelho *et al.* (2007 b), em estudo realizado com doses crescentes da fórmula comercial 20-05-20 no crescimento do abacaxizeiro Jupí, indicaram maior valor de massa média de fruto sem coroa (1.199,96 g) para a dose de 98,77 g planta⁻¹ de adubo, aos 10 meses após o plantio.

Spironello *et al.* (2004), trabalhando com quatro doses de NPK, utilizando as fontes de ureia, superfosfato e cloreto de potássio na cultura do abacaxi, observaram que doses de 498 e 394 kg ha⁻¹ de N e K, respectivamente, proporcionaram a produção máxima de 72 t ha⁻¹, obtendo resposta quadrática. Relacionado com o tamanho dos frutos, sua maximização ocorreu com as doses 11 e 43% maiores que 498 e 394 kg ha⁻¹ respectivamente, de N e K necessárias para atingir a máxima produção. O peso dos frutos teve uma variação de 1,7 até 2,5 kg. Com o crescimento das dosagens de nitrogênio, o teor de sólidos solúveis e a acidez total titulável diminuíram. Entretanto, com o aumento das dosagens de potássio, esses teores aumentaram, e se elevaram também os teores de vitamina C.

Geralmente, as maiores quantidades de nutrientes absorvidas e acumuladas encontram-se nas folhas, e as menores nas raízes. As quantidades exportadas pelo abacaxizeiro são relativamente altas e se referem àquelas imobilizadas pelos frutos e órgãos propagativos (coroas, mudas tipo filhote, filhote rebentão e rebentões) (MALEZIEUX e BARTHOLOMEW, 2003).

A abacaxicultura pode acumular em kg ha⁻¹: 1.234 de K; 253 de Ca; 238 de N; 157 de Mg; 17 de S; 13,5 de P; 5,5 de Mn; 2,7 de Fe; 0,4 de Zn; 0,27 de B e 0,14 de Cu, para a produtividade de aproximadamente 41 t ha⁻¹ da cultivar 'Pérola' (PAULA *et al.*, 1985), sendo exportados por meio das frutas e mudas, em torno de: 16 % do K; 13 % do Ca; 16 % do N; 9 % do Mg; 22 % do S; 17 %

do Mn, 13 % do Fe; 34 % do Zn; 27 % do B e 25 % do Cu acumulados na planta (PAULA *et al.*, 1985).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, O. A. *et al.* Influência da irrigação no ciclo do abacaxizeiro cv. Pérola em área de Tabuleiro Costeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 431-435, 2002.

BARBOSA, Z.; SOARES, I.; CRISÓSTOMO, L. A. Crescimento e absorção de nutrientes por mudas de gravioleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal-SP, v. 25, n. 3, p. 519-522, dez. 2003.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas (noções básicas)**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.

BETANCOURT, P. *et al.* Fertilización nitrogenada em El cultivo de piña (*Ananas comosus* L. Merr) em el sector Paramo Negro municipio Iribarren estado Lara, **Revista Facultad de Agronomía (LUZ)**, Caracas, n. 22, p. 377-387, 2005.

BREGONCI, I. S. *et al.* Teor foliar de macro e micronutrientes de mudas micropropagadas de abacaxi 'Gold' na fase de aclimação com diferentes níveis de NPK. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 233-239, 2008 a.

BREGONCI, I. S. *et al.* Adubação foliar com macro e micronutrientes no crescimento de mudas micropropagadas do abacaxizeiro da cultivar 'Gold' (*Ananas comosus* (L) Merrill) em diferentes recipientes. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 32, n. 3, p. 705-711, Mai-Jun, 2008 b.

CASTOLDI, R. *et al.* Crescimento, acúmulo de nutrientes e produtividade da couve-flor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p. 438-446, 2009.

COELHO, R. I. *et al.* Resposta a adubação com uréia, cloreto de potássio e ácido bórico em mudas de abacaxizeiro Smooth Cayenne. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n.1, p. 161-165, 2007 a.

COELHO, R. I. *et al.* Estado nutricional e características de crescimento do abacaxizeiro Jupi cultivado em Latossolo Amarelo Distrófico em função da adubação com NPK. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1696-1701, nov./dez., 2007 b.

CRESTANI, M. *et al.* Das Américas para o mundo-Origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 6, p.147-148. Jun. 2010.

CUNHA, G. A. P. da; REINHARDT, D. H. Densidades de Plantio para a Cultura do Abacaxi. **Abacaxi em Foco**, Cruz das Almas, n. 29, 2004.

GRANGEIRO, L. C. *et al.* Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 2, 2007.

GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; MINAMI, K. Métodos de produção de mudas, distribuição de matéria seca e produtividade de plantas de beterraba. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 3, p. 505-509, Set. 2002.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.
Levantamento sistemático da produção agrícola Municipal 2009. Disponível em
<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201209.pdf> Acesso em: 10/9/2012.

LIMA, V. P.; REINHARDT, D. H.; COSTA, J. A. Desbaste de mudas tipo filhote do abacaxi cultivar Pérola -2-Análise de crescimento de correlações. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, , abril 2002.

MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação do abacaxizeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ABACAXICULTURA, 1., 1982. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1982. p. 121-153.

MALÉZIEUX, E.; BARTHOLOMEW, D. P. Plant nutrition. In: BARTHOLOMEW, D. P.; PAUL, R. E.; ROHRBACH, K. G. (Eds). **The Pineapple: botany, production and uses**. Honolulu: CAB, 2003, p. 143-165.

MARINHO, F. J. L.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. Desenvolvimento inicial do abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne, sob diferentes condições de salinidade da água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 2, p. 1-5, 1998.

MELO, A. S. *et al.* Desenvolvimento vegetativo, rendimento da fruta e otimização do abacaxizeiro cv. Pérola em diferentes níveis de irrigação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 1, p.93-98, Jan-fev, 2006.

PAULA, M. B. *et al.* Exigências nutricionais do abacaxizeiro. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p. 27-32. 1985.

RAMOS, M. J. M. *et al.* Deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro 'Imperial': composição mineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, 2011.

REINHARDT, D. H.; SOUZA, L. F.S.; CABRAL, J. R. S. **Abacaxi. Produção: aspectos técnicos**. Brasília: EMBRAPA, Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 77 p.

REINHARDT, D. H.; MEDINA, V. M. Crescimento e qualidade do fruto do abacaxi cvs. Pérola e Smooth Cayenne. Pesquisa Agropecuária Brasileira, p. 435-447, março 1992. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, 2011.

RIBEIRO, D. G.; VASCONCELLOS, M. A. S.; ARAÚJO, A. P. Contribuição do sistema radicular de mudas micropropagadas na absorção de nitrogênio de abacaxizeiro cultivar Vitória. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, dez. 2011.

RODRIGUES, A. A. *et al.* Desenvolvimento vegetativo de abacaxizeiros 'Pérola' e 'Smooth Cayenne' no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n.1,mar. 2010.

SAMPAIO, A. C.; FUMES, T. F.; LEONEL, L. Crescimento vegetativo e características dos frutos de cinco cultivares de abacaxi na região de Bauru- SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n. 3, p. 816-822, 2011.

SIEBENEICHLER, S. C. *et al.* Boro em abacaxizeiro Pérola no norte fluminense - Teores, distribuição e características do fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 787-793, 2008.

SILVA, A. P. *et al.* Sistema de recomendação de fertilizantes e corretivos para a cultura do abacaxi- Fertcal- abacaxi. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 33, n. 55, p. 1269-1280, 2009.

SOUZA, C. B.; SILVA, B. B.; AZEVEDO, P. V. Crescimento e rendimento do abacaxizeiro nas condições climáticas dos Tabuleiros Costeiros do estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.11, n. 2, p. 134-141, 2007.

SOUZA, O. P.; TORRES, J. L. R. Caracterização física e química do abacaxi sob densidades de plantio e laminas de irrigação no triângulo mineiro. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 23, n. 4, p.175-185, Out-Dez, 2011.

SPIRONELLO, A. *et al.* Pineapple yield and fruit quality effected by NPK fertilization in a tropical soil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 155-159, 2004.

VELOSO, C.A.C. *et al.* Resposta do abacaxizeiro à adição de nitrogênio, potássio e calcário em latossolo amarelo do nordeste paraense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, p. 396-402, 2001.

VENTURA, J. A.; COSTA, H.; CAETANO, L. C. Abacaxi Vitória: uma cultivar resistente à fusariose. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 931, 2009.

CAPÍTULO 1

CRESCIMENTO DO ABACAXIZEIRO 'VITÓRIA' IRRIGADO EM CONDIÇÕES DO SEMIÁRIDO

RESUMO

SOUZA, Bruna Aparecida Madureira de Souza. **Crescimento do abacaxizeiro ‘Vitória’ em condições irrigado no semiárido do Norte de Minas Gerais.** 2012. p. 17-56. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido)- Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

A identificação do crescimento do abacaxizeiro por meio de características da planta e produção de biomassa possibilita a adoção de estratégias de manejo específicas e racionais para a cultura. O objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento do abacaxizeiro ‘Vitória’ irrigado em condições do semiárido e definir etapas de desenvolvimento do abacaxizeiro por meio de características da planta. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram definidos por nove épocas de amostragem de plantas e seus componentes (270, 330, 390, 450, 510, 570, 690, 750 e 810 dias após o plantio (DAP)). Foi avaliada a altura de planta, diâmetro do talo, comprimento e peso fresco e seco de folha D, a produção de biomassa total, vegetativa (folhas, talo e raiz) e dos componentes: folha, talo, raiz, fruto, coroa e filhotes, para cada época de coleta. Os resultados foram submetidos à análise de variância e na presença de diferenças significativas ($p < 0,001$), foram ajustados modelos de regressão não linear e, estimados a taxa de máximo acúmulo (TMA), taxa crescimento relativo (TCR) e as correlações de Pearson. Por meio da produção relativa de biomassa vegetativa foram propostos cinco estádios fenológicos de crescimento do abacaxizeiro: até 20% de produção de biomassa-V1; 21-40%-V2; 41-60%-V3; 61-80%-V4; acima de 80%-V5. A maioria das características de crescimento, como altura de plantas, comprimento da folha D, diâmetro do talo e produção de biomassa nos componentes da planta tiveram incremento inicial lento (no estádio fenológico V1), e atribuído ao menor tamanho de muda utilizado no plantio (aproximadamente, 15 cm de altura) e ao tipo de muda (cultura de tecido). Tais resultados justificaram a definição de crescimento da planta por estádios fenológicos, ao invés de tempo de cultivo. O acúmulo máximo de biomassa vegetativa e seus componentes ocorreu entre os estádios V4 e V5, dentre estes, as folhas foram responsáveis

¹ **Comitê de Orientação:** Prof. Dr. Rodinei Facco Pegoraro – UNIMONTES (Orientador); Prof. Dr. Victor Martins Maia- UNIMONTES (Coorientador); Prof. Dr. Marcos Koiti Kondo- UNIMONTES (Conselheiro); Prof. Dr. Regynaldo Arruda Sampaio – UFMG (Conselheiro); Prof. Dr. Marlon Cristian Toledo Pereira – UNIMONTES (Conselheiro).

pela produção final 54 a 47% da biomassa total de matéria fresca e seca, respectivamente. As taxas de crescimento relativo foram maiores no estágio V1 e decresceram com o tempo de cultivo. Entretanto, as taxas de máximo acúmulo foram observadas nos estádios V4 e V5, implicando a produção final de 72 t ha⁻¹ de frutos e 326 t ha⁻¹ de biomassa da planta (matéria fresca), desta última, estimou-se que 80% da biomassa acumulada podem permanecer na área de cultivo como fonte de resíduos vegetais para o solo.

Palavras-Chave: *Ananas comosus* var. *comosus*, taxa de crescimento relativo, taxa de máximo acúmulo.

ABSTRACT

SOUZA, Bruna Aparecida Madureira de Souza. **Growth of 'Vitória' pineapple in irrigated conditions in the semiarid of the North of Minas Gerais.** 2012. p. 17-56. Dissertation (Master in Plant Production in the Semiarid)-Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.²

The identification of the growth of the pineapple through plant characteristics and biomass production makes possible the adoption of specific and rational handling strategies for the crop. This study aimed to evaluate the growth of the irrigated 'Vitória' pineapple in conditions of the semiarid and to define development stages of the pineapple through plant characteristics. The used statistical design was in blocks at random, with four repetitions. The treatments were defined for nine times of sampling of plants and their components (270, 330, 390, 450, 510, 570, 690, 750 and 810 days after the planting (DAP)). They were evaluated the plant height, stem diameter, length of D leaf and fresh and dry mass, the production of total biomass, vegetative one (leaves, stem and root) and of the components: leaf, stem, root, fruit, crown and slips, for each collection time. The results were submitted to analysis of variance and in the presence of significant differences ($p < 0.001$), models of non-linear regression were adjusted and, estimated the maximum accumulation rate (MAR), relative growth rate (RGR) and the Pearson correlations. By means of relative production of vegetative biomass, five phenological growth stages of the pineapple were proposed: up to 20% of production of biomass-V1; 21-40% -V2; 41-60% -V3; 61-80% -V4; above 80% - V5. Most of the growth characteristics, as plant height, length of D leaf, stem diameter and biomass production in the components of the plant showed slow initial increment (in the phenological stage V1), and attributed to the smallest size of planting material (approximately 15 cm of height) and to type one (tissue culture). Those results justified the definition of plant growth for phenological stages, instead of time of cultivation. The maximum accumulation of vegetative biomass and their components occurred between the stages V4 and V5. The leaves were responsible for the final production of 54 to 47% of the total biomass of fresh and dry matter, respectively. The rates of relative growth were larger in the V1 stage and they decreased with the time of cultivation. However, the rates of maximum

² **Guidance Committee:** Prof. Dr. Rodinei Facco Pegoraro – UNIMONTES (Adviser); Prof. Dr. Victor Martins Maia UNIMONTES (Co-adviser); Prof. Dr. Marcos Koiti Kondo UNIMONTES; Prof. Dr. Reginaldo Arruda Sampaio – UFMG; Prof. Dr. Marlon Cristian Toledo Pereira UNIMONTES.

accumulation were observed at V4 and V5 stages, resulting in the final production of 72 t ha⁻¹ of fruits and 326 t ha⁻¹ of plant biomass (fresh matter) from which it was considered that 80% of the accumulated biomass can remain in the cultivation area as source of plant residues for the soil.

Key words: *Ananas comosus* var. *comosus*, rate of relative growth, rate of maximum accumulation.

1. INTRODUÇÃO

O abacaxizeiro é a terceira planta tropical mais cultivada no mundo, sendo o Brasil um dos seus maiores produtores. No país, o abacaxizeiro encontra ótimas condições para o seu desenvolvimento e produção, sendo cultivado comercialmente em quase todos os estados da federação (IBGE, 2012).

A cultivar 'Vitória' apresenta características agronômicas semelhantes ou superiores às cultivares 'Pérola' e 'Smooth Cayenne', ambas suscetíveis à fusariose. Além de possuir resistência à fusariose, a cultivar 'Vitória' possui praticamente o mesmo porte da cultivar 'Pérola' com plantas vigorosas e tem como vantagem a ausência de espinhos, o que facilita os tratos culturais, sendo as recomendações técnicas de cultivo as mesmas atualmente em uso pelos produtores de 'Pérola' e 'Smooth Cayenne' (VENTURA *et al.*, 2009).

A determinação de curvas de crescimento do abacaxizeiro 'Vitória' e seus componentes (folhas, talo, raízes, frutos, mudas) reflete de forma positiva na adoção de práticas agronômicas que possibilitem a utilização adequada de água e fertilizantes objetivando a máxima produtividade e o uso racional de defensivos no abacaxizeiro. Segundo Souza *et al.* (2007), o conhecimento sobre o crescimento do abacaxizeiro é de fundamental importância para o manejo cultural, pois facilita a identificação de problemas durante o ciclo de desenvolvimento da cultura, tais como ocorrência de deficiências hídrica e nutricional, competição de plantas daninhas, solos compactados ou mal drenados, e pode definir também o momento ideal de adoção de práticas eficientes de utilização de insumos com o intuito de maximizar o crescimento das plantas e a produção de frutos.

A análise de crescimento tem sido usada na tentativa de explicar diferenças de ordem genética ou resultante de modificações do ambiente e constitui uma ferramenta muito eficiente para o reconhecimento de materiais

promissores além de identificar características que no crescimento inicial indiquem possibilidade de aumento no rendimento da planta adulta, favorecendo os trabalhos de melhoramento na busca por materiais mais produtivos (Lima *et al.*, 2011). Também, por meio do crescimento da planta é possível inferir a respeito da contribuição de diferentes processos fisiológicos, podendo ser determinado pelo uso de fórmulas e modelos matemáticos para avaliar atividade fotossintética, indiretamente relacionada ao índice de crescimento das plantas, tais como: taxa de crescimento absoluto, taxa de crescimento relativo, taxa assimilatória líquida e taxa de crescimento da cultura (GRACIANO *et al.*, 2011; LIMA *et al.* 2011; LIMA *et al.*, 2007). A importância da determinação de índices de crescimento está vinculada ao fato de que, em média, 90% da matéria vegetal acumulada ao longo do crescimento da planta resultam da atividade fotossintética; e o restante, da absorção mineral via solo (LIMA *et al.*, 2007).

Dentre as principais técnicas de avaliação do crescimento, Rebolledo *et al.* (2005), em experimento com três cultivares de abacaxi ('Champaka', 'Oro' e 'Smooth Cayenne') sob cultivo com e sem cobertura plástica do solo, verificaram que as cultivares 'Oro' e 'Smooth Cayenne' apresentaram maior crescimento relativo na fase vegetativa e reprodutiva, respectivamente, enquanto a cultivar 'Champaka' apresentou um crescimento relativo intermediário. Souza *et al.* (2007) constataram taxa de crescimento absoluto incrementando até o final do ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro 'Pérola', no entanto, a taxa de crescimento relativo decresceu ao longo do tempo de cultivo, demonstrando redução na taxa fotossintética líquida, em termos de matéria seca produzida e a provável translocação de compostos das folhas para outros órgãos da planta como, por exemplo, a inflorescência e o fruto.

Apesar de importantes, informações literárias a respeito da caracterização do crescimento vegetativo e reprodutivo do abacaxizeiro são bastante escassas e antigas especialmente para a cultivar 'Vitória' sob sistema de

manejo irrigado. Nesse sentido, o objetivo do estudo foi avaliar o crescimento do abacaxizeiro 'Vitória' irrigado em condições do semiárido e definir suas etapas de desenvolvimento por meio de características da planta.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no período de julho de 2009 a outubro de 2011 em condições de campo, na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Montes Claros, pertencente ao campus de Janaúba, situada a 15° 43' 47,4" S e 43° 19' 22,1" W com altitude de 516 m. O clima da região, na classificação de Köppen (1948), é do tipo "Aw" (tropical quente apresentando inverno frio e seco), com precipitação pluviométrica média de aproximadamente 870 mm, temperatura média anual de 24 °C, insolação de 2.700 horas anuais, umidade relativa média de 65%. Os dados médios referentes a temperatura máxima e mínima, e precipitação pluviométrica mensal durante o período de realização do estudo estão descritos na Figura 1 (INMET, 2012).

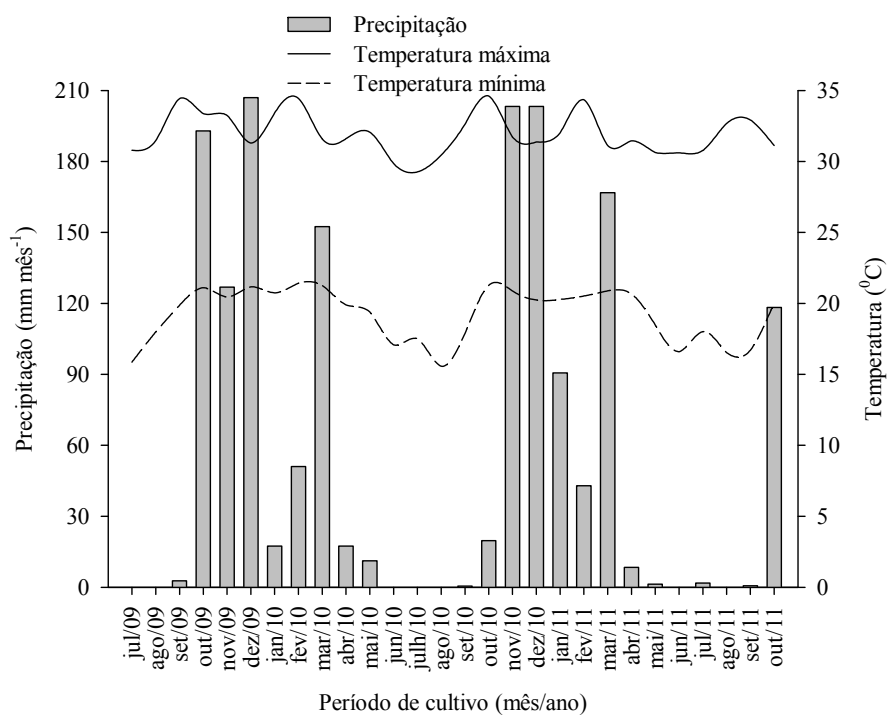


FIGURA 1. Precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima mensal obtida no município de Janaúba, Estado de Minas Gerais, para o período de cultivo do abacaxizeiro ‘Vitória’ (julho de 2009 a outubro de 2011).

2.2. Cultivar

Para a implantação do estudo, foram utilizadas mudas micropropagadas da cultivar ‘Vitória’, que é resultante do cruzamento das cultivares ‘Primavera’ e ‘Smooth Cayenne’. Essas mudas apresentavam altura variando de 10 a 20 cm.

2.3. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. O tratamento foi definido no tempo, em dias após o plantio (DAP) sendo as épocas de coleta das plantas determinadas conforme o ciclo de desenvolvimento da cultura do abacaxi, que neste estudo terminou aos 810 dias após o plantio. No total, foram realizadas nove coletas as quais foram realizadas aos 270, 330, 390, 450, 510, 570, 690, 750 e 810 DAP. A primeira coleta foi realizada tardiamente devido às plantas estarem muito pequenas no início do cultivo, o que pode ser justificado pela utilização de mudas micropropagadas. .

2.4. Caracterização físico-química do solo, implantação e condução do estudo

O preparo do solo consistiu de nivelamento, gradagem e sulcamento da área. Para fins de caracterização físico-química do solo da área de cultivo, foram realizadas 20 amostragens simples para obtenção de uma amostra composta na camada de 0-20 cm de profundidade (Tabela 1). Com base na análise química do solo, verificou-se baixo teor de fósforo de acordo com a Comissão de Fertilidade do Estado de Minas Gerais (RIBEIRO *et al.*, 1999). Em função das características químicas, optou-se pela aplicação de 500 kg ha⁻¹ de silicato de cálcio e magnésio com o intuito de aumentar a disponibilidade de Ca e Mg para

a cultura do abacaxizeiro. Foram aplicados $16,7 \text{ g planta}^{-1}$ do fertilizante superfosfato simples distribuído nos sulcos de plantio.

TABELA 1. Características químicas e físicas de amostra de solo da área de cultivo para a camada de 0- 20 cm de profundidade.

pH ¹	MO ²	P ³	K ³	Na	Ca ⁴	Mg ⁴	Al ⁴	H + Al ⁵	SB	t	T
H ₂ O	dag kg ⁻¹	--mg dm ⁻³ --	-----cmol _c dm ⁻³ -----								
5,4	0,9	3,7	72	0,1	1,3	0,5	0,3	1,8	2,1	2,4	3,9
V	M	B ⁶	Cu ³	Fe ³	Mn ³	Zn ³	Prem ⁷	CE	Areia	Silte	Argila
-----%-----	-----mg dm ⁻³ -----					mg L ⁻¹	dS m ⁻¹	-----dag kg ⁻¹ -----			
53	13	0,3	0,5	31,3	5,3	0,5	39,6	0,5	64	9	27

¹pH em água; ²Colorimetria; ³Extrator Mehlich 1; ⁴Extrator KCl 1 mol L⁻¹; ⁵Extrator acetato de cálcio a pH 7,0; ⁶Extrator BaCl₂; ⁷Solução equilíbrio de P; SB, Soma de bases; t, CTC efetiva; T, CTC a pH 7; V, Saturação por bases; m, Saturação por Al³⁺; Prem, Fósforo remanescente; CE, condutividade elétrica.

As mudas foram plantadas em sulcos, no sistema de fileiras duplas, no espaçamento de 0,90 x 0,40 x 0,30 m, resultando em uma densidade de 51.280 plantas ha⁻¹. Cada parcela foi composta por duas fileiras duplas totalizando 48 plantas por parcela. No momento das avaliações, foi desconsiderada a bordadura, ficando apenas com 20 plantas úteis.

As adubações de cobertura foram parceladas em seis vezes, nos meses de janeiro, maio, julho, setembro, novembro de 2010 e, fevereiro de 2011, período que antecedeu o início da indução floral do abacaxizeiro. Foram aplicados 15 g N e K₂O por planta, utilizando-se a ureia como fonte de N e o cloreto de potássio como fonte de K. Também foram utilizadas adubações foliares com ácido bórico (0,07%), sulfato de zinco (0,1%) e sulfato de cobre (0,1%) no mesmo período da adubação feita com N e K em cobertura.

Nos primeiros doze meses de cultivo, o controle de plantas daninhas foi efetuado por meio da capina manual. Posteriormente, optou-se pelo controle químico até a fase de indução floral, utilizando-se o Gesapax 500 (200 mL L⁻¹ de água) e o Verdict R (100 mL L⁻¹ de água) para controle das plantas daninhas de folhas largas e estreitas, respectivamente. Após a indução floral, o controle de plantas daninhas voltou a ser realizado por meio da capina manual. Para controle de ácaros, foi utilizado o Abamectin Nortox na dosagem de 300 mL L⁻¹ de água.

A indução floral foi realizada aos 630 dias após o plantio, com 50 mL de solução de Ethrel® a 1%, acrescidos de hidróxido de cálcio (cal) na dose de 0,35 g L⁻¹ de água (REINHARDT *et al.*, 2001). A irrigação foi suspensa 24 horas antes da indução da floração, para se obter maior eficiência e uniformidade no florescimento. A proteção dos frutos, com folhas de jornal, foi realizada 60 dias após a indução visando a diminuir a queima nos frutos ocasionada pela incidência solar. Os frutos foram colhidos quando havia pelo menos 50% da casca amarela.

As plantas coletadas em cada época de amostragem foram levadas para o Laboratório de Solos da Unimontes, onde, após limpeza prévia para retirada de possíveis resquícios de solo, tiveram seus componentes separados em: raízes, talo, folhas, folha D, fruto, coroa e mudas, para pesagem da matéria fresca, e após secagem em estufa de ventilação forçada (65°C) por aproximadamente 72 horas. Após o material atingir peso constante, foi determinado o peso da biomassa seca dos componentes da planta e biomassa total. A matéria fresca e a seca de cada compartimento da planta foram convertidas em $t\ ha^{-1}$. Determinou-se também a biomassa vegetativa, que corresponde ao peso médio de matéria fresca e seca entre folhas totais, raiz e talo

2.5. Manejo da irrigação

O método de irrigação utilizado foi a aspersão convencional fixa, com aspersores da marca Agropolo modelo NY 25 com vazão nominal de $500\ l\ h^{-1}$. O espaçamento entre os emissores foi de 12 m ao longo da linha lateral, sendo as linhas espaçadas por 12 m. Foram realizadas três irrigações semanais com tempo fixo de 2,5 horas.

2.6. Características avaliadas

Durante o período de condução do estudo e para cada época de amostragem, foram avaliadas as seguintes características: altura das plantas, diâmetro do talo, comprimento da folha D, peso da matéria fresca e seca dos distintos componentes da planta (folha, talo, raiz, fruto, coroa e filhotes), da biomassa vegetativa (folhas, talo, raiz) e biomassa total (soma de todos os componentes da planta), produção de frutos ($t\ ha^{-1}$) e taxa de crescimento relativo (TCR), por meio da seguinte equação matemática:

$$\text{TCR} = (\ln M_2 - \ln M_1) / (t_2 - t_1) \text{ em g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$$

onde:

- M_1 e M_2 = correspondem à massa seca do compartimento ou da planta inteira referente aos tempos t_1 e t_2 , respectivamente.
- \ln = logaritmo neperiano.

2.7. Análises estatísticas

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância por meio do *software* de análise estatística Sisvar® (Ferreira, 2000), e quando significativos para as fontes de variação ($p < 0,05$), os efeitos dos dias após o plantio sobre o crescimento das plantas foram estudados por análise de regressão, escolhendo-se o modelo adequado para representá-los.

Consideraram-se as épocas, em intervalo de dias, como referência de coletas das plantas. Dessa forma, por se tratar de dados quantitativos, e haver uma correlação funcional entre x (Dias após o plantio) e y (variável resposta), a escolha dos modelos ocorreu de acordo com o ajuste (porcentagem de variância explicada, R^2) e melhor representação do fenômeno. O modelo de regressão não linear escolhido para representação das características de crescimento: altura de plantas, diâmetro do talo, comprimento, produção de biomassa vegetativa, biomassa total e dos componentes do abacaxizeiro: folhas, talo, folha D foi o sigmoide com três parâmetros, conforme equação abaixo:

$$\hat{y} = \frac{a}{1 + e^{-\left(\frac{x - x_0}{b}\right)}}$$

onde:

a = corresponde ao valor de máximo acúmulo

x_0 = corresponde ao valor de x, em DAP para início da inflexão da curva (ponto de inflexão, onde ocorre a taxa máxima de crescimento e de acúmulo de matéria fresca e seca).

b = corresponde à amplitude no valor de x, em DAP, em que ocorre a maior variação de y (crescimento e acúmulo de matéria fresca e seca).

O modelo de regressão não-linear escolhido para representação da produção de biomassa nas raízes foi o gaussiano com três parâmetros, conforme equação abaixo:

$$\hat{y} = a e^{-0.5\left(\frac{x - x_0}{b}\right)^2}$$

onde:

a = corresponde ao valor de máximo acúmulo

x_0 = corresponde ao valor de x, em DAP para obtenção de máximo acúmulo de nutrientes.

b = corresponde à amplitude no valor de x, em DAP, entre o ponto de inflexão e o ponto de máximo.

Assim, a partir do modelo ajustado foi possível determinar, com exatidão, o valor do ponto de inflexão (PI) na curva da seguinte forma:

$$PI = x_0 - b$$

Matematicamente, o PI corresponde ao valor de x em que a curvatura do modelo ajustado muda de sinal; na prática, isso corresponde ao valor de x , em DAE, em que a taxa de acúmulo diário, ainda que positiva, passa a decrescer.

Por meio destes modelos ajustados foi possível estimar a taxa de máximo acúmulo (TMA) em $\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, que correspondeu ao início da inflexão da curva de produção de biomassa nos componentes e da planta em função de DAP. Também foram estimadas correlações de Pearson entre as características de crescimentos da planta, acúmulo de biomassa fresca e seca total e de todos os componentes do abacaxizeiro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise de variância dos dados obteve-se efeito significativo ($p < 0,01$) do tempo de cultivo, em dias após o plantio para todas as características estudadas: altura de planta, comprimento e peso da folha D, diâmetro do talo, produção de matéria fresca e seca dos componentes da planta (folhas, talo, raiz, fruto, coroa e filhotes) e de biomassa total do abacaxizeiro 'Vitória' (Tabelas 2 e 3).

TABELA 2. Resumo da análise de variância (quadrados médios) dos dados relativos à altura de plantas, diâmetro do talo (DT), comprimento da folha D (CFD), matéria fresca das folhas totais (MFFT), matéria fresca da folha D (MFFD), matéria fresca do talo (MFTA), matéria fresca da raiz (MFRA), matéria fresca da biomassa total (MFBIO) do abacaxizeiro ‘Vitória’ em função dos dias após o plantio (DAP).

FV	GL	QUADRADO MÉDIO							
		Altura	DT	CFD	MFFT	MFFD	MFTA	MFRA	MFBIO
Bloco	3	0,91 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,23 ^{ns}	110,33 ^{ns}	23,39 ^{ns}	5,44 ^{ns}	0,11 ^{ns}	66,19 ^{ns}
DAP	8	3302,39**	20,99**	1572,33**	11209,96**	1778,20**	992,96**	3,40**	49,07**
Resíduo	24	43,06	0,14	18,02	268,37	34,46	22,81	0,14	629,43
CV (%)		8,91	8,05	6,85	26,31	16,06	34,05	33,40	19,42

^{ns}, **: não significativo ($p>0,05$) e significativo a 1 % ($p\leq 0,01$) pelo teste F.

TABELA 3. Resumo da análise de variância para as características: matéria seca das folhas totais (MSFT), massa seca da folha D (MSFD), matéria seca do talo (MSTA), matéria seca da raiz (MSRA), matéria seca da biomassa total (MSBIO) do abacaxizeiro ‘Vitória’ em função dos dias após o plantio (DAP).

FV	GL	QUADRADO MÉDIO				
		MSFT	MSFD	MSTA	MSRA	MSBIO
Bloco	3	5,66 ^{ns}	0,82 ^{ns}	4,39 ^{ns}	0,004 ^{ns}	14,44 ^{ns}
DAP	8	399,15**	55,59**	312,48**	0,37**	2358,31**
Resíduo	24	12,17	0,78	4,58	0,02	36,56
CV (%)		30,64	14,67	35,64	31,27	23,56

^{ns}, **: não significativo ($p > 0,05$) e significativo a 1 % ($p \leq 0,01$) pelo teste F.

Na maioria das características de crescimento do abacaxizeiro estudadas, ajustou-se o modelo de regressão não linear sigmoide pela verificação de distintas intensidades de crescimento das plantas ao longo do ciclo de desenvolvimento, caracterizando distintas fases de crescimento. Segundo Souza e Reinhardt (2005), o ciclo do abacaxizeiro é dividido em três fases: no início do ciclo, as plantas se encontram na fase vegetativa, que se estende até a indução floral. No início desta fase, a planta é pequena e tem um crescimento lento. Com o passar dos dias após o plantio, ocorre uma maior atividade metabólica com aumento do número e expansão das folhas, aumento do diâmetro do talo, ocorrendo um crescimento expressivo da planta, até a sua estabilização após a indução floral, iniciando-se a sua segunda fase, que é a reprodutiva. Nesta fase, ocorre a formação do fruto, sendo que a exigência nutricional torna-se mais intensa, considerando as quantidades de nutrientes que são translocados para o fruto, a coroa e as mudas (filhotes, filhote-rebentão e rebentão) até a colheita de frutos quando a necessidade nutricional é mínima apenas para produção de

mudas, porém um novo cultivo poderá ser formado com a soca, já que a fase propagativa (formação de mudas) se inicia ainda na fase reprodutiva.

Com o intuito de facilitar o manejo da água e fertilizantes na cultura do abacaxizeiro, este estudo propõe a separação de cinco estádios fenológicos caracterizados pelo crescimento da folha D (peso de matéria fresca da folha D) e produção relativa de biomassa vegetativa, para o período de desenvolvimento vegetativo da cultura (Figura 2). No início do cultivo, indicou-se o primeiro estágio vegetativo (V1) com peso de até 35 g de matéria fresca de folha D, estimada em virtude da produção de até 20% da biomassa vegetativa. No estágio V1, foi observado um longo período de cultivo, pois a partir do plantio das mudas até a produção de 20% da biomassa vegetativa transcorreram-se 463 dias. Entre os 463 e 493 DAP, pôde-se verificar o segundo estágio fenológico vegetativo (V2) (Figura 2). Nessa fase (V2), obteve-se rápido crescimento da planta, com incremento de 21 a 40% da produção de biomassa vegetativa e peso da folha D variando entre 35,1 a 43 g. O terceiro estágio fenológico (V3) ocorreu entre os 493 e 526 DAP, com incremento de 41 a 60% da porcentagem de biomassa vegetativa e peso da folha D entre 43,1 e 48 g. O quarto estágio fenológico (V4) ocorreu entre os 526 e 560 DAP, com incremento de 61 a 80% da porcentagem de biomassa vegetativa e peso da folha D entre 48,1 e 51 g e, o quinto estágio foi identificado entre os dias 560 e 691 DAP, com produção de biomassa acima de 80% e peso de folha D superior a 51 g. No final do estágio V5 considerou-se o momento de indução floral do abacaxizeiro e início da fase reprodutiva. Cabe salientar que a definição de momento ideal para indução floral do abacaxizeiro depende diretamente da produção de fitomassa da fase vegetativa da planta, visto que existe uma relação direta entre o peso da planta e o peso do fruto. Neste estudo a relação de peso fresco de folha D de aproximadamente 60 g implicou na obtenção de peso médio de fruto igual a 1,3-1,4 kg.

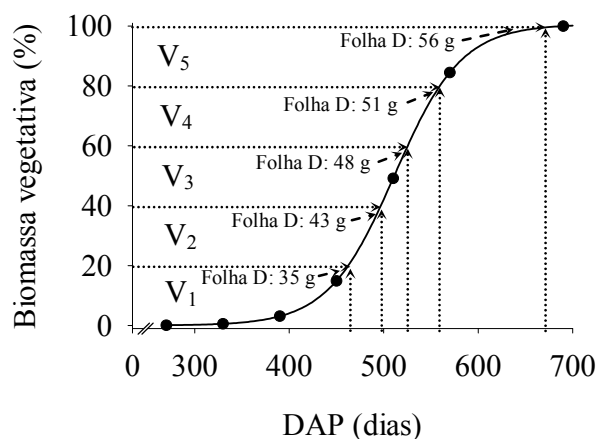


FIGURA 2. Indicação de estágios fenológicos por meio de produção relativa de biomassa vegetativa (folhas, caule e raízes) para o ciclo vegetativo do abacaxizeiro ‘Vitória’ e, caracterizado pelo peso fresco médio de folha D.

Nos estágios iniciais (V1) de cultivo do abacaxizeiro ‘Vitória’, observou-se um crescimento lento das plantas (Figura 3), possivelmente pelo menor tamanho de mudas utilizadas. Após o período de crescimento inicial, o abacaxizeiro apresentou incremento substancial nas características de crescimento (altura da planta, diâmetro do talo, comprimento e peso da folha D) e produção de biomassas fresca e seca nos distintos componentes da planta (folhas, talo, raiz), e no final do estágio V5, aproximadamente aos 630 DAP, iniciou-se o processo de indução floral com estabilização do crescimento vegetativo. Tais resultados estão de acordo com Marques *et al.* (2011) ao afirmarem que as plantas de abacaxi, após serem induzidas para florescimento/frutificação, têm o seu crescimento vegetativo praticamente

paralisado, passando a direcionar o seu metabolismo para o desenvolvimento dos frutos.

No final do estágio vegetativo V1 (388 DAP), obteve-se a taxa de máxima de crescimento diário em altura de plantas e, correspondeu a 2,40 mm dia⁻¹ (Tabela 3). No entanto, somente ao final do estágio V5 obteve-se a altura máxima do abacaxizeiro ‘Vitória’, de 106 cm. Segundo Souza *et al.* (2007), uma planta adulta, crescendo em condições climáticas ideais e sem deficiência hídrica, atinge cerca de 100 a 120 cm de altura. Rodrigues *et al.* (2010), aos 12 meses após o plantio, verificaram altura máxima para as cultivares ‘Pérola’ e ‘Smooth Cayenne’ de 133 e 100 cm, respectivamente.

A característica de comprimento da folha D apresentou no final do estágio V1 (342 DAP) a taxa de máximo crescimento com 0,16 cm dia⁻¹ e, comprimento máximo no final do estágio V5 (630 DAP) com 82 cm (Figura 3). Resultado semelhante para comprimento de folha D foi obtido por Silva *et al.* (2012) que constataram aos 420 DAP o comprimento de 81,4 cm na dose de 600 kg ha⁻¹ de N, ao trabalharem com doses crescentes de N no abacaxizeiro ‘Vitória’ na Paraíba. Cabral e Matos (2009) observaram menor comprimento de folha D (68 cm) para o abacaxizeiro ‘Imperial’. Por outro lado, Guarçoni e Ventura (2011) obtiveram frutos mais pesados quando a folha D atingiu, no momento da indução floral, comprimento mínimo de 75,5 cm.

O peso máximo de matéria fresca de folha D foi de, aproximadamente 55,77 g, e também ocorreu no final do estágio V5 (600 DAP) (Figura 3 e Tabela 4), peso considerado inferior aos encontrados por Sampaio *et al.* (2011) para as cultivares ‘Gold’, ‘Jupi’, ‘Smooth Cayenne’, ‘Imperial’ e ‘Gomo de Mel’, que atingiram 75,75 ; 93,75 ; 70,25; 63,25; 58,75 g, respectivamente. O comprimento e peso da folha D tem sido parâmetro importante para estimar a produção de uma lavoura com a vantagem de anteceder a indução natural, consequentemente um maior controle da época de indução e obtenção de frutos

mais pesados. Conforme Py *et al.* (1984), para o abacaxi ‘Smooth Cayenne’ produzir frutos de 1,5 kg é necessário que a folha D atinja pelo menos 80 cm de comprimento e 70 g de peso fresco antes da indução floral. O menor peso de folha D encontrado para o abacaxizeiro ‘Vitória’ pode ser justificado pelo crescimento inicial lento de mudas provenientes de cultura de tecido, promovendo o alongamento do ciclo de cultivo.

O peso de matéria fresca da folha D teve uma taxa máxima de acúmulo diário de 0,28 g dia⁻¹, já para peso de matéria seca a taxa foi de 0,04 g dia⁻¹ aos 451 DAP (Tabela 4). O período de cultivo para obtenção da taxa de máximo acúmulo indica a fase de acelerado acúmulo diário de biomassa nos componentes da planta, sugerindo elevada demanda de recursos naturais pela planta, como água e nutrientes. No abacaxizeiro ‘Vitória’ esse período para a maioria dos componentes vegetativos (folhas, talo e raiz) parece ter ocorrido entre o final do estágio fenológico V1 até o V4 (Figura 3 e Tabela 4).

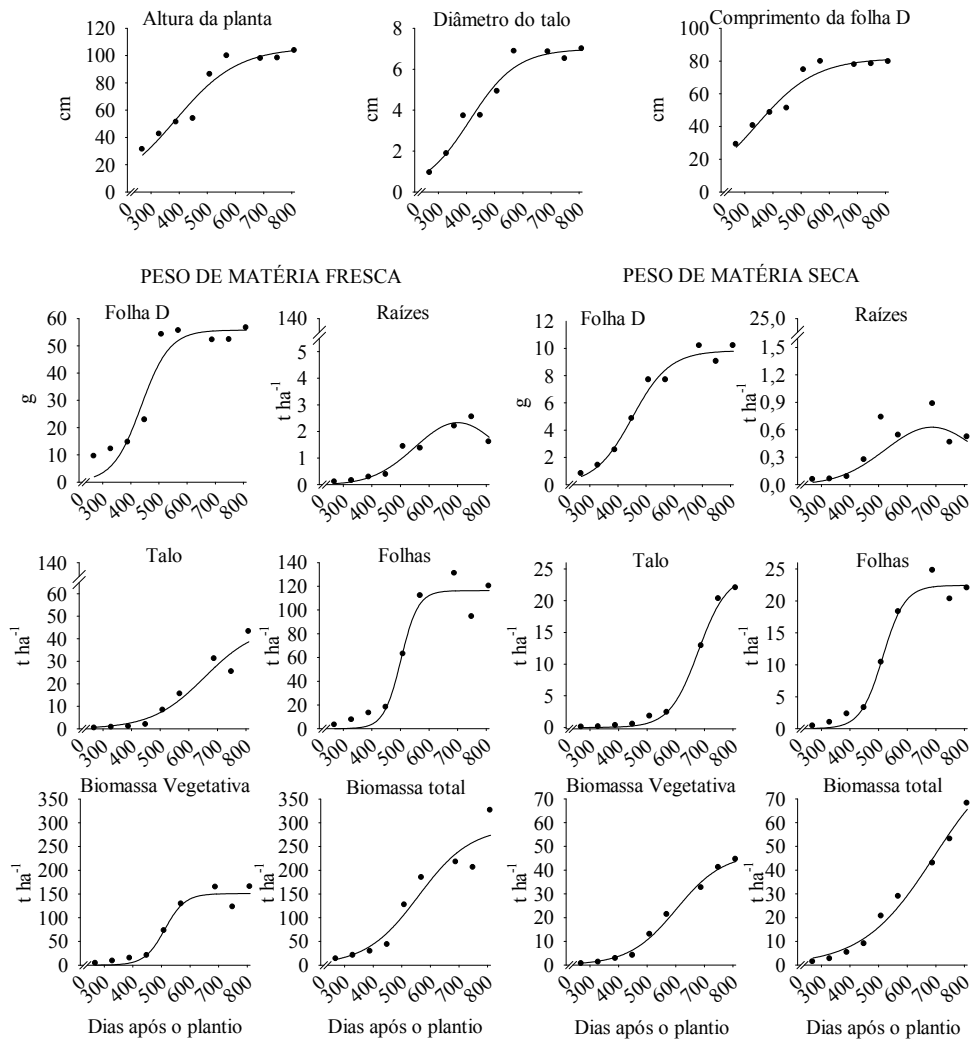


FIGURA 3. Características de crescimento avaliadas por meio da altura de planta, diâmetro do talo, comprimento da folha D, peso fresco e seco da folha D e, produção de matéria fresca e seca dos componentes: raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa (raízes + talo + folhas) e biomassa total, durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro 'Vitória', em dias após o plantio.

TABELA 4. Estimativa dos parâmetros do modelo ajustado de regressão não-linear e taxa de máximo acúmulo (TMA) para características de crescimento: altura de planta, peso fresco da folha D (PFFD), comprimento da folha D (CFD), diâmetro do talo (DT) e produção de massa de matéria fresca e seca de raízes (MFRA e MSRA), talo (MFT e MST), folhas (MFF e MSF), biomassa vegetativa (MFBV e MSBV) e biomassa total (MFBT e MSBT), durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’.

Parte da planta	Estimativas do modelo ajustado			PI (DAP)	R ²	TMA (kg ha ⁻¹ dia ⁻¹)
	a	X0 (DAP)	b (DAP)			
ALTURA [#] (cm)	105,89*	387,83*	110,26*	387,83	0,94	2,40 mm dia ⁻¹
CFD [#] (cm)	81,74*	342,11*	104,74*	342,11	0,94	0,16 cm dia ⁻¹
DT [#] (cm)	7,00*	411,22*	83,33*	411,22	0,96	0,21 mm dia ⁻¹
PFFD [#] (g)	55,77*	436,88*	50,45*	436,88	0,92	0,28 g dia ⁻¹
PSFD [#] (g)	9,83*	450,67*	66,08*	450,67	0,98	0,04 g dia ⁻¹
MFRA ^{&} (t ha ⁻¹)	2,33*	700,53*	149,23*	551,30	0,94	9,47 kg ha ⁻¹ dia ⁻¹
MFT [#] (t ha ⁻¹)	45,93*	655,58*	92,50*	655,58	0,94	124,14 kg ha ⁻¹ dia ⁻¹
MFF [#] (t ha ⁻¹)	116,35	501,75	29,90	501,75	0,96	972,66 kg ha ⁻¹ dia ⁻¹
MFBV [#] (t ha ⁻¹)	150,80*	511,64*	35,26*	511,64	0,96	1.069,15 kg ha ⁻¹ dia ⁻¹
MFBT [#] (t ha ⁻¹)	291,46*	558,20*	91,90*	558,20	0,92	792,83 kg ha ⁻¹ dia ⁻¹
MSRA ^{&} (t ha ⁻¹)	0,63*	686,32*	163,77*	522,55	0,79	2,33 kg ha ⁻¹ dia ⁻¹
MST [#] (t ha ⁻¹)	24,11*	679,08*	50,31*	679,08	0,99	119,85 kg ha ⁻¹ dia ⁻¹
MSF [#] (t ha ⁻¹)	22,42*	514,35*	38,61*	514,35	0,98	145,21 kg ha ⁻¹ dia ⁻¹
MSBV [#] (t ha ⁻¹)	47,13*	601,94*	82,13*	601,94	0,99	143,45 kg ha ⁻¹ dia ⁻¹
MSBT [#] (t ha ⁻¹)	91,56*	694,03*	124,61*	694,03	0,99	183,69 kg ha ⁻¹ dia ⁻¹

*, Significativo a 5% (p≤0,05) pelo teste F

O diâmetro do talo apresentou um crescimento inicial lento, ocorrendo em seguida um crescimento expressivo, com posterior estabilização, o que indica um acúmulo de metabólitos fotossintéticos no talo com o passar dos dias, ocasionado pelo aumento do número de folhas até a estabilização do crescimento vegetativo (Figura 3). O diâmetro máximo de talo foi de 7,0 cm aos 411 DAP e sua taxa máxima de crescimento diário foi 0,21 mm dia⁻¹ (Tabela 4). Esse resultado foi semelhante ao obtido por Sampaio *et al.* (2011) que observou para a cultivar Gold o diâmetro de talo de 7,2 cm na fase de indução floral.

O crescimento vegetativo da planta, avaliado por meio do acúmulo de matéria fresca e seca foi pouco expressivo na fase inicial do cultivo do abacaxizeiro 'Vitória', sendo observados no início do ciclo valores relativamente baixos, com posterior intensificação do crescimento, até atingir o seu ponto de máximo acúmulo, na fase de indução floral (Figura 3 e Tabela 4). O acúmulo máximo de biomassa total fresca e seca ocorreu nos estádios V4 e V5, aos 558 e 694 DAP, correspondeu a 291,46 e 91,56 t ha⁻¹, respectivamente e a taxa de máximo acúmulo de biomassa foi 1.069,15 e 183,69 kg ha⁻¹ dia⁻¹ (Tabela 4). A produção de biomassa total é o reflexo do crescimento da planta. No início do cultivo, a planta apresentou um crescimento inicial lento, tendo, portanto uma baixa produção de biomassa fresca e seca. Posteriormente, com o aumento da taxa metabólica da planta ocorreu um maior crescimento vegetativo, ocasionando maior produção de biomassa.

De modo geral, a produção de matéria fresca e seca das folhas foi menor até o estágio V2 (450 DAP), havendo, em seguida, aumentos expressivos no acúmulo até a estabilização que ocorreu após a época de indução floral, no final do estágio V5 (Figura 3). O acúmulo máximo de matéria fresca e seca foi de 116,35 e 22,42 t ha⁻¹, e ocorreu no estágio V5. A taxa de máximo acúmulo diário de matéria fresca e seca das folhas foi respectivamente de 972,66 e 145,21 kg ha⁻¹ dia⁻¹, no estágio V3, aos 502 e 514 DAP (Tabela 4), indicando elevada

demanda nutricional nesta fase de crescimento do abacaxizeiro para produção de folhas. A produção de matéria seca das folhas encontradas nesse trabalho foi superior àquela obtida por Melo *et al.* (2006) que, para a cv. 'Pérola' sob irrigação, verificaram 16,99 t ha⁻¹ de massa seca das folhas, e produção de folhas semelhante àquela registrada por Souza *et al.* (2007) também para a cv. 'Pérola', em condições de irrigação suplementar, que constataram 3.170 (158,5 t ha⁻¹) e 411 g planta⁻¹ (20,55 t ha⁻¹) de matéria fresca e seca das folhas totais na fase de crescimento vegetativo, para a população de 50.000 plantas ha⁻¹.

O crescimento e o acúmulo de matéria fresca e seca do talo foram considerados lentos até início do estágio V2, com aproximadamente 460 DAP (Figura 3), posteriormente, com o aumento da produção de folhas, e atividade metabólica das plantas, houve crescimento e acúmulo de fitomassa fresca e seca no talo, atingindo aos 656 e 679 DAP o acúmulo de 45,93 e 24,11 t ha⁻¹, respectivamente, período que correspondeu ao início da fase reprodutiva do abacaxizeiro.

O crescimento de raízes avaliado por meio da produção de matéria fresca e seca foi caracterizado pelo modelo de regressão não linear, função gaussiana com três parâmetros (Figura 3 e Tabela 4). Inicialmente, a produção de raízes foi lenta (V1 e V2), e atingiu após o estágio V5 (686-700 DAP) o acúmulo máximo, correspondente a 2,33 e 0,63 t ha⁻¹ de matéria fresca e seca, respectivamente. No entanto, o ponto de inflexão (PI) que correspondeu à taxa máxima de acúmulo diário ocorreu no estágio V4, com produção média de 9,47 e 2,33 kg ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente para matéria fresca e seca. O declínio de acúmulo de matéria fresca e seca de raízes pelo abacaxizeiro, após os estágio V5 pode estar associado à menor drenagem de fotoassimilados e morte de raízes em detrimento à maior demanda de fotoassimilados de órgãos reprodutivos do abacaxizeiro, na fase reprodutiva. Jing *et al.* (2007) observaram que o

crescimento e o acúmulo de matéria seca foliar, do caule e de raiz foram interrompidos após o estágio de fruto pequeno na cultivar “Yellow King”.

As taxas de crescimento relativo para os componentes da planta foram maiores no período inicial de crescimento do abacaxizeiro, entre 270 e 330 DAP, e apresentaram no início do estágio V1 as seguintes taxas, em ordem decrescente: $0,0258 > 0,0199 > 0,0144 > 0,0077 \text{ g g}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ para folhas, talo, raiz e biomassa total, respectivamente (Figura 4). Após o período inicial de cultivo, obteve-se redução contínua da taxa de crescimento relativo até o final do ciclo de cultivo do abacaxizeiro. De modo semelhante, Souza *et al.* (2007) observaram comportamento decrescente da taxa de crescimento relativo com o passar dos dias do cultivo do abacaxizeiro ‘Pérola’ e indicou que o crescimento dependerá do material preexistente no início do período e da eficiência da planta na produção de novos produtos fotossintéticos. A maior taxa de crescimento das folhas na fase inicial de cultivo indica a importância desse órgão vegetativo para o crescimento da planta e produção de fotoassimilados.

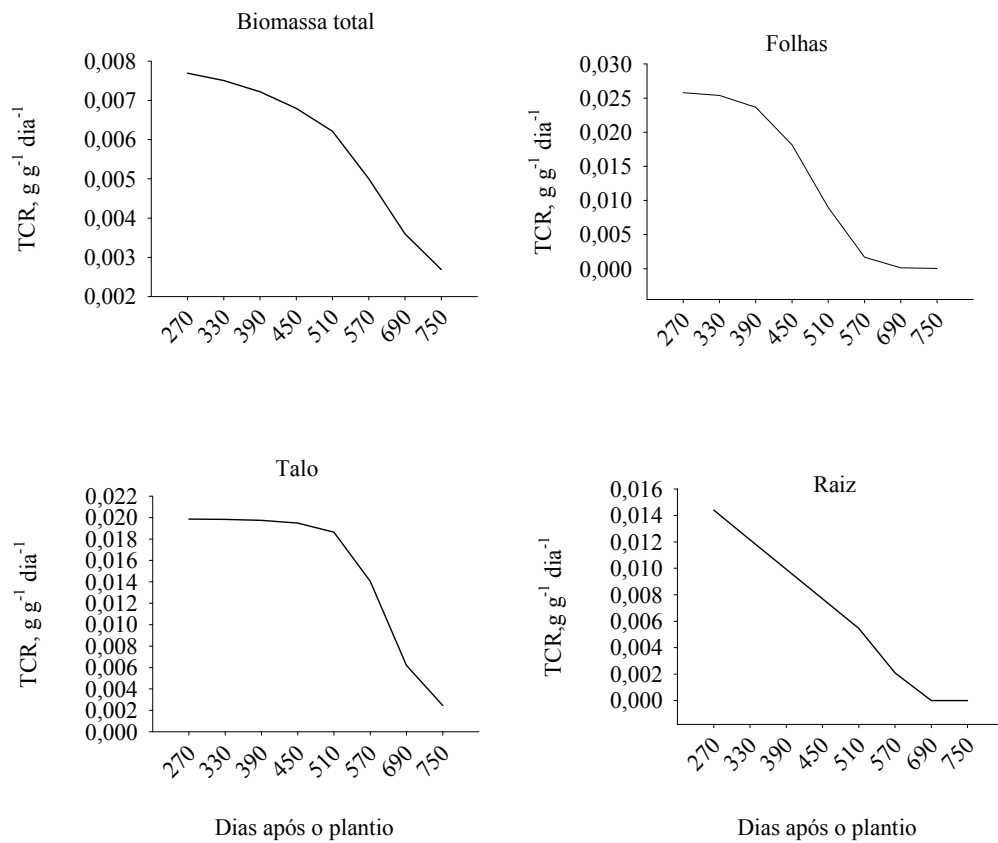


FIGURA 4. Taxa de crescimento relativo (TCR) da biomassa total, folhas, talo e raiz durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’, em dias após o plantio.

Ao final do ciclo de cultivo, obteve-se a produção de matéria fresca e seca de fruto com coroa, coroa e mudas (Tabela 5). A produção média de frutos frescos com coroa foi estimada em 72 t ha^{-1} , correspondendo ao peso médio por fruto de 1,4 kg, e a 22% da biomassa fresca total produzida pelo abacaxizeiro. Esta produtividade foi considerada semelhante àquela verificada por Sampaio *et al.* (2011) para as cultivares ‘Gold e Jupi’, e Guarçoni *et al.* (2007), trabalhando com o abacaxi “MD-2”, sob o efeito da adubação com NPK, observaram que a produção máxima estimada foi $68,6 \text{ t ha}^{-1}$, obtendo peso médio do fruto com coroa de 1.340 g, na dose de 620,15 e 570,13 kg ha^{-1} de N e K, respectivamente. No entanto, Souza *et al.* (2007) e Souza, *et al.* (2010), trabalhando com a cv. ‘Pérola’ e Smooth Cayenne, obtiveram produtividades inferiores, com $57,0 \text{ t ha}^{-1}$ e $61,5 \text{ t ha}^{-1}$. Já Melo *et al.* (2006) relataram produtividades superiores ($77,2 \text{ t ha}^{-1}$) em área irrigada, com população de 55.555 plantas ha^{-1} , em comparação àquelas encontradas em nosso estudo para o abacaxizeiro ‘Vitória’.

O acúmulo médio de biomassa total, no final do ciclo do abacaxizeiro, foi estimado em 326 e 68 t ha^{-1} de matéria fresca e seca, respectivamente (Tabela 5). Dentre os componentes da planta avaliados, a biomassa vegetativa foi responsável pelo acúmulo médio de 67,5% (222 t ha^{-1}) da matéria fresca total e 80% (55 t ha^{-1}) da matéria seca (Tabela 5), dentre estes, as folhas acumularam 54 e 47% da biomassa total fresca e seca da planta. Os componentes associados a órgãos reprodutivos (fruto e mudas), que podem ser exportadas da área de cultivo para utilização comercial do fruto e plantio das mudas, acumularam em média 20% da biomassa seca do abacaxizeiro. Esses resultados indicam a elevada produção e contribuição da biomassa vegetativa do abacaxizeiro para a deposição de resíduos vegetais ao solo, com posterior estocagem de carbono na matéria orgânica e disponibilização de nutrientes para as plantas de cultivos subsequentes.

TABELA 5. Produção de matéria fresca e seca obtida nos distintos compartimentos da planta (folhas totais, talo, raiz, mudas, fruto com coroa) e biomassa vegetativa (folhas totais + talo + raiz) relação à produção total de biomassa ao final do ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’.

Componentes da planta	Matéria fresca	Matéria seca
	----- t ha ⁻¹ -----	-----t ha ⁻¹ -----
Folhas totais	176,41 (54%)	32,16 (47%)
Talo	43,05 (13%)	21,98 (32%)
Raízes	1,59 (0,5%)	0,52 (1%)
Mudas	32,86 (10%)	5,23 (8%)
Fruto com coroa	71,77 (21,5%)	8,21 (12%)
Biomassa vegetativa	221,50 (67,5%)	54,66 (80%)
Biomassa total	325,69 (100%)	68,10 (100%)

Valores entre parênteses indicam a produção relativa de biomassa de cada componente da planta em relação à produção de biomassa total do abacaxizeiro.

Os coeficientes de correlação de Pearson entre as características de diâmetro de talo, altura de planta, comprimento da folha D e matéria fresca da biomassa vegetativa, total e dos componentes do abacaxizeiro (folhas totais, folha D, talo e raiz) foram apresentados na Tabela 6. Obtiveram-se correlações positivas e significativas entre todas as características estudadas, indicando que a determinação de peso de matéria fresca de folha D, diâmetro do talo, comprimento de folha D e altura de plantas podem ser utilizados como estimadores de produção total de biomassa da planta, e de rendimento de frutos. Isso demonstra que plantas com maior produção de biomassa proporcionalmente produzem frutos mais pesados (GUARÇONI M. e VENTURA, 2011; HANAFI *et al.*, 2009; RODRIGUES *et al.*, 2010).

TABELA 6. Estimativas dos coeficientes de correlação linear de Pearson entre as características altura de planta, peso fresco da folha D (PFD), diâmetro do talo (DT), comprimento da folha D (CFD), matéria fresca da folha (MFF), matéria fresca do talo (MFTA), matéria fresca da raiz (MFRA), matéria fresca da biomassa vegetativa (MFBV), matéria fresca da biomassa total (MFBT) durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’.

Característica	MFB T	MFB V	MFR A	MFT A	MFF	CFD	DT	PFD	Altura
Altura	0,98* *	0,98**	0,97**	0,95* *	0,96* *	0,99* *	0,96* *	0,98* *	1,00
PFD	0,97* *	0,97**	0,99**	0,93* *	0,93* *	0,97* *	0,88* *	1,00	
DT	0,91* *	0,91**	0,87*	0,89* *	0,91* *	0,96* *	1,00		
CFD	0,95* *	0,95**	0,96**	0,90* *	0,92* *	1,00			
MFF	0,99* *	0,99**	0,92**	0,99* *	1,00				
MFTA	0,99* *	0,99**	0,91**	1,00					
MFRA	0,96* *	0,95**	1,00						
MFBV	1,00	1,00							
MFBT	1,00								

** Significativo a 1 % ($P \leq 0,01$); * Significativo a 5 % ($P \leq 0,05$) pelo teste F.

4. CONCLUSÕES

A produção de fitomassa da planta e dos seus componentes é um instrumento adequado para avaliar o crescimento do abacaxizeiro ‘Vitóra’. São propostos cinco estádios vegetativos caracterizados pela produção relativa de fitomassa: até 20%-V1 (0-493 DAP); 21-40%-V2 (463-497 DAP); 41-60%-V3 (497-526 DAP); 61-80%-V4 (526 - 560 DAP); acima de 80%-V5 (560-691 DAP).

As características de crescimento: altura da planta, comprimento da folha D e diâmetro do talo apresentam taxa de máximo crescimento no final do estádio fenológico V1 (390 e 411 DAP), e a estabilização destas características ocorre no final do estádio V5 com médias correspondentes a 106, 82 e 7 cm, respectivamente.

O acúmulo máximo de biomassa vegetativa fresca e seca da planta ocorre entre os estádios V4 e V5, sendo as folhas o órgão da planta responsável pelo maior acúmulo de biomassa durante as fases vegetativa e reprodutiva do abacaxizeiro, com acúmulo final de 54 e 47% da biomassa fresca e seca.

As taxas de crescimento relativo no abacaxizeiro é maior no estádio V1, e decresce com o tempo de cultivo, no entanto as taxas de máximo acúmulo são observadas nos estádios fenológicos V4 e V5.

Na fase reprodutiva, a produção final é de 72 t ha⁻¹ de frutos e 326 t ha⁻¹ de biomassa da planta (matéria fresca) da qual entre 70 e 80% permanecem na área de cultivo como fonte de resíduos vegetais para o solo.

O abacaxizeiro, após atingir a máxima taxa de crescimento relativo (TCR), apresentou decréscimo com o decorrer dos dias após o plantio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CABRAL, J. R. S.; MATOS, A. P. de. Imperial, a new pineapple cultivar resistant to fusariosis. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 822, p. 47-50, 2009.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000.

GRACIANO, E. S. A. *et al.* Crescimento e capacidade fotossintética da cultivar de amendoim BR1 sob condições de salinidade. **Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campo Grande, v.15, n. 8, p.794-800, 2011.

GUARÇONI, A. M.; VENTURA, J. A. Adubação N-P-K e o desenvolvimento, produtividade e qualidade dos frutos de abacaxi 'gold' (MD-2). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 35, n. 4, p. 1367- 1376, 2011.

GUARÇONI, A. *et al.* Qualidade do fruto do abacaxi 'MD-2' em resposta à adubação com NPK. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ABACAXI, 6. 2007. João Pessoa. **Anais...** João Pessoa. p. 184. 2007.

HANAFLI, M. M. *et al.* Dry matter and nutrient partitioning of selected pineapple cultivars grown on mineral and tropical peat soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 40, n. 21-22, p. 3263-3280, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.
Levantamento sistemático da produção agrícola Municipal 2009. Disponível em
http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201209.pdf: Acessado em: 10/9/2012.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA-INMET. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>> Acesso em: 29/9/. 2012.

JING, C. *et al.* Trends of dry mass and nutrients accumulation in 'Yellow Mauritius' pineapple plants. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE ABACAXI, 6., 2007, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, 2007. p. 18

LIMA, J. F.; PEIXOTO, C. P.; LEDO, A. S. Índices fisiológicos e crescimento inicial do mamoeiro (*Caryca papaya* L.) em casa de vegetação. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n.5, p.1358-1363, 2007.

LIMA, J. F. *et al.* Crescimento e alocação de fitomassa em plantas de mamoeiro em casa de vegetação. *Magistra*, Cruz das Almas, v. 23, n. 4, p. 186-192, 2011.

MARQUES, L. S. *et al.* Produtividade e qualidade de abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne, cultivado com aplicação de doses e parcelamentos do nitrogênio, em Guaraçá-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 1004-1014, 2011.

MELO, A. S. *et al.* Desenvolvimento vegetativo, rendimento da fruta e otimização do abacaxizeiro cv. Pérola em diferentes níveis de irrigação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n. 1, p. 93-98, Jan-fev, 2006.

PY, C.; LACOEUILHE, J. J., TEISON, C. **L'ananas as culture, sés produits**. Paris: G.P. Maisonneuve et Larose at A. C. C. T., 1984. 526 p.

REBOLLEDO, A. M. *et al.* Growth analysis for three pineapple cultivars grown on plastic mulch and bare soil, **Interciencia**, Caracas, v. 30, n. 12, p.758-763, 2005.

REINHARDT, D. H.; SOUZA, L. F. S.; CABRAL, J. R. S. **Abacaxi irrigado em condições semi-áridas**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2001. 108 p.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V, V. H.
Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5a Aproximação. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

RODRIGUES, A. A. *et al.* Desenvolvimento vegetativo de abacaxizeiros ‘Pérola’ e ‘Smooth Cayenne’ no estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n.1,p.126-134, mar., 2010.

SAMPAIO, A. C.; FUMES, T. F.; LEONEL, L. Crescimento vegetativo e características dos frutos de cinco cultivares de abacaxi na região de Bauru- SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, p. 816-822, set. 2011.

SILVA, A. L. P. *et al.* Resposta do abacaxizeiro ‘Vitória’ a doses de nitrogênio em solos de tabuleiros costeiros da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 36, n. 4, p. 447-456, 2012.

SOUZA, C. B.; SILVA, B. B.; AZEVEDO, P. V. Crescimento e rendimento do abacaxizeiro nas condições climáticas dos Tabuleiros Costeiros do estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, n. 2, p.134-141, 2007.

SOUZA, L. F. S.; REINHARDT, D. H. Abacaxizeiro. **Embrapa Mandioca e Fruticultura**. Cruz das Almas-BA. 2005.

SOUZA, O. P.; COUTINHO, A. C.; TORRES, J. L. R. Avaliação econômica da produção de abacaxi irrigado cv. Smooth Cayenne no cerrado, em Uberaba-MG. **Revista Universo Rural**, v. 30, n. 1, p.00-00, 2010.

VENTURA, J. A.; COSTA, H.; CAETANO, L. C. Abacaxi Vitória: uma cultivar resistente à fusariose. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 4, p. 931, 2009.

CAPÍTULO 2

ABSORÇÃO, ACÚMULO E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES NO ABACAXIZEIRO 'VITÓRIA' IRRIGADO

RESUMO

SOUZA, Bruna Aparecida Madureira de. **Absorção, acúmulo e exportação de nutrientes no abacaxizeiro ‘Vitória’ irrigado.** 2012. p. 57-112. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido)-Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

O estado nutricional do abacaxizeiro tem grande influência no crescimento das plantas, na produção e qualidade dos frutos. O presente estudo teve o objetivo de avaliar a absorção, acúmulo e exportação de nutrientes pelo abacaxizeiro ‘Vitória’ irrigado durante e ao final do seu desenvolvimento. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram definidos por distintas épocas de coleta de plantas: 270, 330, 390, 450, 510, 570, 690, 750 e 810 dias após o plantio (DAP). As plantas coletadas foram separadas nos seguintes componentes: folhas, folha ‘D’, talo, raízes, fruto, coroa e filhotes para determinação do peso de matéria fresca e seca a 65 °C. Após secagem os componentes das plantas foram moídos para a caracterização do teor e conteúdo de nutrientes absorvidos e exportados pelo abacaxizeiro. Os resultados foram submetidos à análise de variância e para as diferenças significativas identificadas pelo teste F ($P < 0,01$), foram ajustados os modelos de regressão não-linear. O conteúdo médio de macro e micronutrientes absorvidos pelo abacaxizeiro ‘Vitória’ é considerado superior àqueles encontrados na literatura. As folhas e o talo foram os componentes da planta que apresentaram maior acúmulo de nutrientes. O acúmulo de macronutrientes no abacaxizeiro ‘Vitória’ apresentou a seguinte ordem decrescente: $K > N > S > Ca > Mg > P$ e corresponde a 898,32 kg ha⁻¹ de K; 451,71 kg ha⁻¹ de N; 134,27 kg ha⁻¹ de S ; 129,17 de kg ha⁻¹ de Ca; 126,41 kg ha⁻¹ de Mg 107,26 kg ha⁻¹ de P. No entanto, a exportação de macronutrientes pelo fruto na cultura do abacaxizeiro seguiu a seguinte ordem decrescente: $K > N > S > Ca > P > Mg$ e equivaliu, respectivamente a 18, 17, 11, 8, 8 e 5% do total acumulado pelo abacaxizeiro. Para micronutrientes, o acúmulo total apresenta a seguinte ordem decrescente: $Fe > Zn > Mn > Cu$ e corresponde a 42.104,42; 10.442,80; 10.199, e

¹ **Comitê de Orientação:** Prof. Dr. Rodinei Facco Pegoraro – UNIMONTES (Orientador); Prof. Dr. Victor Martins Maia- UNIMONTES (Coorientador); Prof. Dr. Marcos Koiti Kondo- UNIMONTES (Conselheiro); Prof. Dr. Reginaldo Arruda Sampaio – UFMG (Conselheiro); Prof. Dr. Marlon Cristian Toledo Pereira – UNIMONTES (Conselheiro).

861,16 g ha⁻¹, respectivamente. No entanto, a exportação de macronutrientes pelo fruto na cultura do abacaxizeiro segue a seguinte ordem decrescente: Zn > Fe > Cu > Mn e equivaleu respectivamente a 18,61; 12,46; 18,02 e 14,28% do total acumulado. O abacaxizeiro 'Vitória' exportou para o fruto 77,51 kg ha⁻¹ N; 8,34 P; 163,95 kg ha⁻¹ K; 14,41 kg ha⁻¹ S; 10,30 kg ha⁻¹ Ca; 6,33 kg ha⁻¹ Mg, Fe, Cu e Mn da ordem de 1.943,66 g ha⁻¹ Zn; 5.246,38 g ha⁻¹ Fe; 155,19 g ha⁻¹ Cu; 1.456,18 g ha⁻¹ Mn. Os conteúdos de nutrientes exportados pelos frutos representaram importante componente de extração de nutrientes do solo, que deverão ser restituídos, enquanto os nutrientes contidos nas folhas, talo e raiz podem ser incorporados ao solo dentro de um programa de reaproveitamento de restos culturais.

PALAVRAS-CHAVE: *Ananas comosus var. comosus*, matéria seca, análise foliar

ABSTRACT

SOUZA, Bruna Aparecida Madureira de. **Absorption, accumulation and export of nutrients in the irrigated 'Vitória' pineapple.** 2012. p. 57-112. Dissertation (Master in Plant Production in the Semiarid)-Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.²

The nutritional state of the pineapple has great influence on the plants growth, in the production and quality of the fruits. The present study aimed to evaluate the absorption, accumulation and export of nutrients by the irrigated 'Vitória' pineapple during and at the end of its development. The used statistical design was in blocks at random, with four repetitions. The treatments were defined for different times of collection of plants: 270, 330, 390, 450, 510, 570, 690, 750 and 810 days after the planting (DAP). The collected plants were separate in the following components: leaves, 'D' leaf, stem, roots, fruit, crowns and slips for determination of weight of fresh and dry matter to 65 °C. After drying the components of the plants were ground to characterization of level and content of nutrients absorbed and exported by the pineapple. The results were submitted to the analysis of variance and for the significant differences identified by the F test ($P < 0.01$), the no-linear regression models were adjusted. The average content of macro and micronutrients absorbed by the 'Vitória' pineapple is considered superior to those found in the literature. The leaves and the stem were the plant components that presented larger accumulation of nutritious. The macronutrients accumulation in the 'Vitória' pineapple presented the following decreasing order: $K > N > S > Ca > Mg > P$ and it corresponds to 898.32 kg ha⁻¹ of K; 451.71 kg ha⁻¹ of N; 134.27 kg ha⁻¹ of S; 129.17 of kg ha⁻¹ of Ca; 126.41 kg ha⁻¹ of Mg; 107.26 kg ha⁻¹ of P. However, the macronutrients export by the pineapple fruit presented the following decreasing order: $K > N > S > Ca > P > Mg$ and it was equivalent, respectively, to 18, 17, 11, 8, 8 and 5% of the accumulated total by the pineapple. For micronutrients, the total accumulation presents the following decreasing order: $Fe > Zn > Mn > Cu$ and it corresponds to 42,104.42; 10,442.80; 10,199.00, and 861.16 g ha⁻¹, respectively. However, the macronutrients export by the pineapple fruit present the following decreasing order: $Zn > Fe > Cu > Mn$

² **Guidance Committee:** Prof. Dr. Rodinei Facco Pegoraro – UNIMONTES (Adviser); Prof. Dr. Victor Martins Maia UNIMONTES (Co-adviser); Prof. Dr. Marcos Koiti Kondo UNIMONTES; Prof. Dr. Reginaldo Arruda Sampaio – UFMG; Prof. Dr. Marlon Cristian Toledo Pereira UNIMONTES..

and it was equivalent, respectively, to 18.61; 12.46; 18.02 and 14.28% of the accumulated total. The 'Vitória' pineapple exported for the fruit 77.51 kg ha⁻¹ N; 8.34 P; 163.95 kg ha⁻¹ K; 14.41 kg ha⁻¹ S; 10.30 kg ha⁻¹ Ca; 6.33 kg ha⁻¹ Mg, Fe, Cu and Mn of the order of 1,943.66 g ha⁻¹ Zn; 5,246.38 g ha⁻¹ Fe; 155.19 g ha⁻¹ Cu; 1,456.18 g ha⁻¹ Mn. The contents of nutrients exported by the fruits represented important component of nutrients extraction of the soil, which should be returned, while the nutrients contained in the leaves, stem and root can be incorporate to the soil inside of a program of plant residues resorption.

Key words: *Ananas comosus var. comosus*, dry matter, leaf analysis.

1. INTRODUÇÃO

A demanda nutricional do abacaxizeiro é elevada em relação a outras culturas e depende da cultivar, do peso do fruto, do destino da produção, do sistema e da densidade de plantio (SILVA *et al.*, 2009). O estado nutricional do abacaxizeiro tem uma grande influência no crescimento das plantas e, conseqüentemente, na produção e na qualidade dos frutos (FEITOSA *et al.*, 2011). Para se obter frutos de alta qualidade, é extremamente importante realizar uma adubação mineral adequada (AMORIM *et al.*, 2011). Dessa forma, os nutrientes devem ser aplicados de acordo com as exigências da cultura, nas quantidades e épocas corretas. Uma das ferramentas utilizadas no balanceamento das adubações é a marcha de absorção de nutrientes, expressa sob a forma de curvas em função da idade da planta (GRANGEIRO *et al.*, 2007).

O conhecimento da quantidade de nutrientes acumuladas na planta, em cada estágio de desenvolvimento, é de suma importância para subsidiar estratégias de definição das quantidades e das épocas de adubação da cultura, e das quantidades mínimas que devem ser restituídas ao solo para fins de manutenção da fertilidade (GRANGEIRO *et al.* 2007).

A determinação de acúmulo de nutrientes nos distintos componentes da planta se faz necessária para determinar a fase de máxima absorção por esses componentes e indicar redistribuição de nutrientes em favor do fruto.

Desse modo, uma adubação equilibrada proporciona nutrição adequada, contribuindo assim para a máxima expressão do potencial da espécie (ZAMBOLE *et al.*, 2010). Portanto, conhecer os aspectos relacionados à nutrição mineral do abacaxizeiro é fundamental para ter sucesso no seu cultivo; entre esses aspectos, o acúmulo de nutrientes é essencial para definir as estratégias de adubação da cultura.

Estudos relacionados à capacidade de absorção, acúmulo e exportação de nutrientes pela cultura do abacaxizeiro 'Vitória' são relativamente escassos, especialmente pelo menor período de tempo de lançamento do cultivar. Neste sentido, o estudo teve o objetivo de avaliar a absorção, o acúmulo e a exportação de nutrientes pelo abacaxizeiro 'Vitória' irrigado no Norte do Estado de Minas Gerais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido no período de julho de 2009 a outubro de 2011 em condições de campo, na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Montes Claros, pertencente ao campus de Janaúba, situada a 15° 43' 47,4" S e 43° 19' 22,1" W com altitude de 516 m. O clima da região, na classificação de Köppen (1948), é do tipo "Aw" (tropical quente apresentando inverno frio e seco), com precipitação pluviométrica média de aproximadamente 870 mm, temperatura média anual de 24 °C, insolação de 2.700 horas anuais, umidade relativa média de 65%. Os dados médios referentes às temperaturas máxima e mínima e à precipitação pluviométrica mensal durante o período de realização do estudo estão descritos na Figura 5 (INMET, 2012).

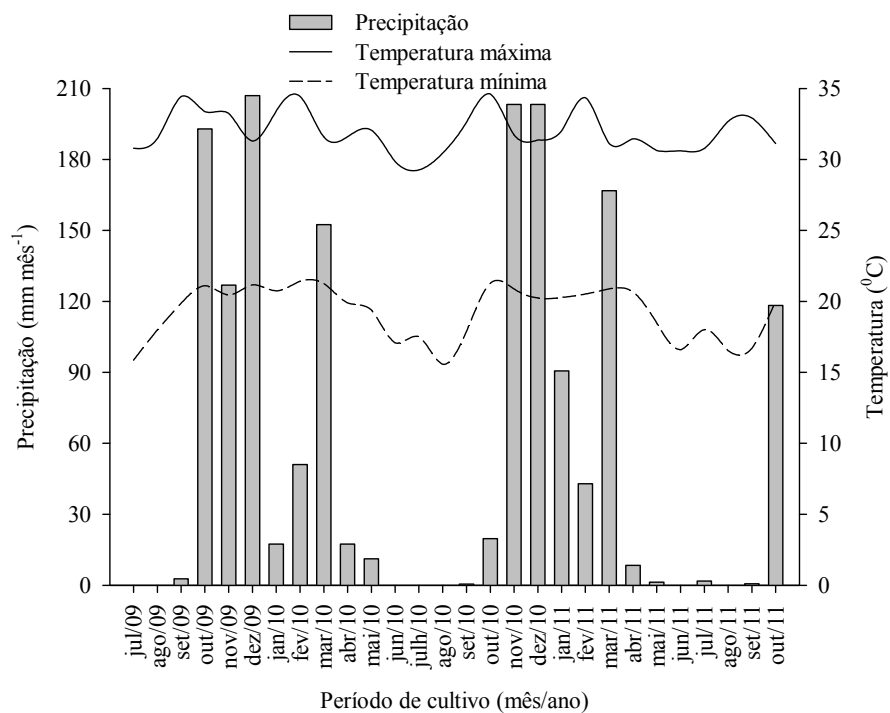


FIGURA 5. Precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima mensal obtida no município de Janaúba, Estado de Minas Gerais, para o período de cultivo do abacaxizeiro ‘Vitória’ (julho de 2009 a outubro de 2011).

2.2. Cultivar

Para a implantação do estudo foram utilizadas mudas micropropagadas da cultivar ‘Vitória’, que é resultante do cruzamento das cultivares ‘Primavera’ e ‘Smooth Cayenne’. As mudas utilizadas apresentaram altura variando de 10 a 20 cm.

2.3. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. O tratamento foi definido no tempo, em dias após o plantio (DAP) sendo as épocas de coleta das plantas determinadas conforme o ciclo de desenvolvimento da cultura do abacaxi, que neste estudo terminou aos 810 dias após o plantio. No total, foram realizadas nove coletas, aos 270, 330, 390, 450, 510, 570, 690, 750 e 810 DAP. A primeira coleta foi realizada tardiamente devido às plantas estarem muito pequenas no início do cultivo, o que pode ser justificado pela utilização de mudas micropropagadas.

2.4. Caracterização físico-química do solo, implantação e condução do estudo

O preparo do solo consistiu de nivelamento, gradagem e sulcamento da área. Para fins de caracterização físico-química do solo da área de cultivo foram realizadas 20 amostragens simples para obtenção de uma amostra composta na camada de 0-20 cm de profundidade (Tabela 7). Com base na análise química do solo, verificou-se baixo teor de fósforo de acordo com a Comissão de Fertilidade do Estado de Minas Gerais (RIBEIRO *et al.*, 1999). Em função das características químicas optou-se pela aplicação de 500 kg ha⁻¹ de silicato de cálcio e magnésio com o intuito de aumentar a disponibilidade de Ca e Mg para

a cultura do abacaxizeiro. Foram aplicados $16,7 \text{ g planta}^{-1}$ do fertilizante superfosfato simples distribuído nos sulcos de plantio.

TABELA 7. Características químicas e físicas de amostra de solo da área de cultivo para a camada de 0- 20 cm de profundidade.

pH ¹	MO ²	P ³	K ³	Na	Ca ⁴	Mg ⁴	Al ⁴	H + Al ⁵	SB	t	T
H ₂ O	dag kg ⁻¹	--mg dm ⁻³ --			-----cmol _c dm ⁻³ -----						
5,4	0,9	3,7	72	0,1	1,3	0,5	0,3	1,8	2,1	2,4	3,9
V	m	B ⁶	Cu ³	Fe ³	Mn ³	Zn ³	Prem ⁷	CE	Areia	Silte	Argila
-----%-----		-----mg dm ⁻³ -----				mg L ⁻¹	dS m ⁻¹	-----dag kg ⁻¹ -----			
53	13	0,3	0,5	31,3	5,3	0,5	39,6	0,5	64	9	27

¹pH em água; ²Colorimetria; ³Extrator Mehlich 1; ⁴Extrator KCl 1 mol L⁻¹; ⁵Extrator acetato de cálcio a pH 7,0; ⁶Extrator BaCl₂; ⁷Solução equilíbrio de P; SB, Soma de bases; t, CTC efetiva; T, CTC a pH 7; V, Saturação por bases; m, Saturação por Al³⁺; Prem, Fósforo remanescente; CE, condutividade elétrica.

As mudas foram plantadas em sulcos, no sistema de fileiras duplas, no espaçamento de 0,90 x 0,40 x 0,30 m resultando em uma densidade de 51.280 plantas ha⁻¹. Cada parcela foi composta por duas fileiras duplas totalizando 48 plantas por parcela. No momento das avaliações, foi desconsiderada a bordadura, ficando apenas com 20 plantas úteis.

As adubações de cobertura foram parceladas em seis vezes, nos meses de janeiro, maio, julho, setembro, novembro de 2010, e fevereiro de 2011, período que antecedeu o início da indução floral do abacaxizeiro. Foram aplicados 15 g N e K₂O por planta, utilizando-se a ureia como fonte de N e o cloreto de potássio como fonte de K. Também foram realizadas adubações foliares com ácido bórico (0,07%), sulfato de zinco (0,1%) e sulfato de cobre (0,1%) no mesmo período da adubação feita com N e K em cobertura.

Nos primeiros doze meses de cultivo, o controle de plantas daninhas foi efetuado por meio da capina manual. Posteriormente, optou-se pelo controle químico até a fase de indução floral, utilizando-se o Gesapax 500 (200 mL L⁻¹ de água) e o Verdict R (100 mL L⁻¹ de água) para controle das plantas daninhas de folhas largas e estreitas, respectivamente. Após a indução floral, o controle de plantas daninhas voltou a ser realizado por meio da capina manual. Para controle de ácaros foi utilizado o Abamectin Nortox na dosagem de 300 mL L⁻¹ de água.

A indução floral foi realizada aos 630 dias após o plantio, com 50 mL de solução de Ethrel® a 1%, acrescidos de hidróxido de cálcio (cal) na dose de 0,35 g L⁻¹ de água (REINHARDT *et al.*, 2001). A irrigação foi suspensa 24 horas antes da indução da floração para se obter maior eficiência e uniformidade no florescimento. A proteção dos frutos com folhas de jornal foi realizada 60 dias após a indução visando a diminuir a queima nos frutos ocasionada pela incidência solar. Os frutos foram colhidos quando havia pelo menos 50% da casca amarela.

As plantas coletadas em cada época de amostragem foram levadas para o Laboratório de Solos da Unimontes onde, após limpeza prévia para retirada de possíveis resquícios de solo, tiveram seus componentes separados em: raízes, talo, folhas, folha D, fruto, coroa e mudas para pesagem da matéria fresca, e após secagem em estufa de ventilação forçada (65°C) por, aproximadamente, 72 horas. Após o material atingir peso constante, foi determinado o peso da biomassa seca dos componentes da planta e biomassa total. A matéria fresca e a seca de cada compartimento da planta foram convertidas em $t\ ha^{-1}$. Determinou-se também a biomassa vegetativa, que corresponde ao peso médio de matéria fresca e seca entre folhas totais, raiz e talo.

2.5. Manejo da irrigação

O método de irrigação utilizado foi aspersão convencional fixa, com aspersores da marca Agropolo modelo NY 25 com vazão nominal de 500 L h⁻¹. O espaçamento entre os emissores foi de 12 m ao longo da linha lateral, sendo as linhas espaçadas por 12 m. Foram realizadas três irrigações semanais com tempo fixo de 2,5 horas.

Durante o período de condução do estudo e para cada época de amostragem, foram avaliadas as seguintes características: o acúmulo de macronutrientes (kg ha⁻¹): N, P, K, Ca, Mg e S; e micronutrientes (g ha⁻¹): Zn, Cu, Fe e Mn, na biomassa total e nos distintos componentes do abacaxizeiro Vitória, bem como a biomassa vegetativa, que corresponde ao acúmulo médio de nutrientes das folhas totais, talo e raiz.

Por meio da digestão nítrico-perclórica, foram obtidos os teores de P por colorimetria; Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn por espectrofotometria de absorção atômica, e K por fotometria de chama. Os teores de N total foram determinados pelo método Kjeldahl. O acúmulo de cada nutriente para os respectivos componentes das plantas foi calculado pela expressão matemática descrita abaixo:

$$\text{Acúmulo} = \frac{\text{MS} \times \text{T}}{100}$$

Onde:

Acúmulo: Acúmulo de nutrientes no compartimento da planta (kg ha⁻¹);

MS: Matéria seca no compartimento da planta (kg);

T: Teor no nutriente no compartimento da planta (%).

2.7. Análises estatísticas

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância por meio do *software* de análise estatística Sisvar® (Ferreira, 2000) e, quando significativos para as fontes de variação ($p < 0,05$), os efeitos dos dias após o plantio sobre o crescimento das plantas foram estudados por análise de regressão, escolhendo-se o modelo adequado para representá-los.

Consideraram-se as épocas, em intervalo de dias, como referência de coletas das plantas. Dessa forma, por se tratar de dados quantitativos e haver uma correlação funcional entre x (Dias após o plantio) e y (variável resposta), a escolha dos modelos ocorreu de acordo com o ajuste (porcentagem de variância explicada, R^2) e melhor representação do fenômeno. Os modelos de regressão não linear escolhidos para representação do acúmulo de nutrientes na planta e nos seus distintos compartimentos foram o sigmoide e o gaussiano. O modelo sigmoide com três parâmetros pode ser observado na equação abaixo:

$$\hat{y} = \frac{a}{1 + e^{-\left[\frac{x - x_0}{b}\right]}}$$

onde:

a = corresponde ao valor de máximo acúmulo

x_0 = corresponde ao valor de x , em DAP para início da inflexão da curva (ponto de inflexão, onde ocorre a taxa máxima de acúmulo de nutrientes).

b = corresponde à amplitude no valor de x , em DAP, em que ocorre a maior variação de y (acúmulo de nutrientes).

O modelo de regressão gaussiano com três parâmetros pode ser observado na equação abaixo:

$$y = a \left[1 - 0.5 \left(\frac{x - x_0}{b} \right)^2 \right]$$

onde:

a = corresponde ao valor de máximo acúmulo

x_0 = corresponde ao valor de x, em DAP para obtenção de máximo acúmulo de nutrientes.

b = corresponde à amplitude no valor de x, em DAP, entre o ponto de inflexão e o ponto de máximo.

Assim, a partir do modelo ajustado foi possível determinar, com exatidão, o valor do ponto de inflexão (PI) na curva da seguinte forma:

$$PI = x_0 - b$$

Matematicamente, o PI corresponde ao valor de x em que a curvatura do modelo ajustado muda de sinal; na prática, isso corresponde ao valor de x, em DAE, em que a taxa de acúmulo diário, ainda que positiva, passa a decrescer.

Por meio destes modelos ajustados foi possível estimar a taxa de máximo acúmulo (TMA) em $\text{kg ha}^{-1} \text{ dia}^{-1}$, que correspondeu ao início da inflexão da curva de acúmulo de nutrientes nos componentes e da planta em função de DAP.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos dados revelou que o acúmulo e absorção dos macronutrientes na biomassa seca total e dos distintos componentes do abacaxizeiro 'Vitória' (folhas, talo, raiz) foram influenciados pelo tempo, expresso em dias após o plantio, significativo a 1 % pelo teste F (Tabela 8).

TABELA 8. Resumo da análise de variância (quadrado médio) dos dados relativos ao acúmulo de macronutrientes nos distintos componentes do abacaxizeiro ‘Vitória’ (folhas totais, folha D, talo, raiz) em função dos dias após o plantio (DAP). UNMONTES, Janaúba, MG. 2012.

		QM					
FV	GL	Folhas Totais					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Bloco	3	6704,97 ^{ns}	277,94 ^{ns}	2274,83 ^{ns}	88,97 ^{ns}	1011,29 ^{ns}	33,71 ^{ns}
DAP	8	62242,91 ^{**}	13121,27 ^{**}	13008,53 ^{**}	2336,18 ^{**}	18053,47 ^{**}	2852,89 ^{**}
Resíduo	24	7369,11	797,54	5718,246	98,39	1401,12	71,04
CV (%)		61,56	60,01	36,81	28,15	63,10	31,49
		Folha D					
Bloco	3	2,16 ^{ns}	0,15 ^{ns}	1,58 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,01 ^{ns}
DAP	8	33,28 ^{**}	10,58 ^{**}	103,92 ^{**}	5,58 ^{**}	4,14 ^{**}	1,06 ^{**}
Resíduo	24	0,79	0,25	2,47	0,18	0,32	0,02
CV (%)		21,59	31,73	20,58	30,98	46,75	18,92
		Talo					
Bloco	3	973,64 ^{ns}	6,22 ^{ns}	654,94 ^{ns}	60,82 ^{ns}	1,44 ^{ns}	25,50 ^{ns}
DAP	8	5511,78 ^{**}	196,29 ^{**}	13150,35 ^{**}	755,27 ^{**}	16,94 ^{**}	971,51 ^{**}
Resíduo	24	612,96	9,94	56091	92,89	2,3	32,98
CV (%)		71,32	55,79	51,55	71,27	62,47	41,61
		Raiz					
Bloco	3	1,44 ^{ns}	0,04 ^{ns}	5,98 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,08 ^{ns}
DAP	8	31,36 ^{**}	0,07 ^{**}	29,12 ^{**}	3,58 ^{**}	0,23 ^{**}	1,31 ^{**}
Resíduo	24	1,67	0,01	4,65	0,24	0,02	0,08
CV (%)		39,21	55,37	81,92	43,86	49,64	40,08

** Significativo a 1 % ($P \leq 0,01$) pelo teste F; ^{ns}: não significativo

A análise química dos tecidos foliares é um método muito utilizado na avaliação do estado nutricional de plantas. O uso da folha justifica-se por esta ser o órgão que melhor reflete o estado nutricional da planta (SIEBENEICHLER, 2002). As concentrações adequadas de nutrientes na folha 'D', presentes na literatura, não distinguem as cultivares, fator que deve ser considerado, principalmente para as novas cultivares, como é o caso da cultivar 'Vitória'.

Segundo a análise foliar na folha D realizada neste estudo na época do tratamento de indução floral, observou-se que os teores de N, K, Ca, Mg, S e Mn estão de acordo com Ribeiro *et al.* (1999) e os teores P, Cu, Fe, e Zn estão acima do recomendado por esses autores, o que pode ser observado na tabela 9.

TABELA 9. Teor de macro e micronutrientes da folha D do abacaxizeiro ‘Vitória’ coletada aos 630 dias após o plantio, na fase de indução floral. UNIMONTES- Janaúba, 2012.

N	P	K	S	Ca	Mg	Zn	Cu	Fe	Mn
-----dag kg ⁻¹ -----					-----mg kg ⁻¹ -----				
1,34	0,60	2,41	0,20	0,29	0,42	162,00	16,93	1.333,38	197,25

3.1. Absorção e acúmulo de macronutrientes durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’

Ao final do ciclo de cultivo do abacaxizeiro ‘Vitória’ foi observado na biomassa total o acúmulo final de 451,71 kg ha⁻¹ de N; 107,26 kg ha⁻¹ de P; 898,32 kg ha⁻¹ de K; 134,27 kg ha⁻¹ de S; 129,17 de kg ha⁻¹ de Ca; 126,41 kg ha⁻¹ de Mg (Tabela 10). Estes resultados indicam que o nitrogênio e o potássio foram os nutrientes mais demandados pelo abacaxizeiro ‘Vitória’ e confirmam aqueles obtidos Teixeira *et al.* (2011).

A maior capacidade de absorção de nutrientes pelo abacaxizeiro ‘Vitória’ pode ser comprovada pelo comparativo com outros estudos encontrados em literatura. Os acumulados de macronutrientes no abacaxizeiro ‘Vitória’ ao final do ciclo de cultivo (810 DAP) (Tabela 10) foram superiores aos obtidos em outros trabalhos, exceto K e Ca que apresentaram acúmulos inferiores aos obtidos por Paula *et al.* (1985) para a cultivar ‘Pérola’. Isso pode ser explicado pelo alto potencial produtivo da cultivar ‘Vitória’, uma vez que o acúmulo de nutrientes tem relação direta com a produção de matéria seca total e dos componentes da planta. Verificou-se, portanto, que o acúmulo de macronutrientes na biomassa total do abacaxizeiro segue a seguinte ordem: K > N > S > Ca > Mg > P (Tabela 10).

TABELA 10. Acúmulo de macronutrientes (kg ha⁻¹) no abacaxizeiro determinados por diferentes autores. UNIMONTES, Janaúba, 2012.

Fonte	N	P	K	Ca	Mg	S
.....Kg ha ⁻¹						
Presente trabalho ^{&}	451,71	107,26	898,32	129,17	126,41	134,27
Paula <i>et al.</i> (1995) [*]	238,00	13,50	1234,00	253,00	157,00	17,00
Paula <i>et al.</i> (1995) [#]	252,00	13,00	441,00	161,00	33,00	35,00
Py <i>et al.</i> (1984)	450,00	75,00	650,00	205,00	120,00	-
Hiroce <i>et al.</i> (1982)	355,00	32,00	509,00	236,00	115,00	40,00

^{*} cv. 'Pérola'; [#] cv. 'Smooth Cayenne'; [&] cv. 'Vitória'

A taxa de absorção dos macronutrientes pelo abacaxizeiro foi baixa na fase inicial de cultivo, coincidindo com o período de menor acúmulo de matéria seca. O acúmulo de nitrogênio na biomassa total apresentou curva sigmoide, enquanto que o acúmulo de nitrogênio nos componentes da planta e na biomassa vegetativa ajustou-se ao modelo de regressão não linear gaussiano (Figura 6). Os ajustes dos modelos utilizados podem ser verificados na Tabela 11.

Pôde-se observar que no início do cultivo o acúmulo de nitrogênio foi relativamente baixo, o que pode ser justificado pelo crescimento lento da cultura, sendo que na fase inicial do cultivo são verificados a formação e crescimento do sistema radicular. Consoante Malézieux e Bartholomew (2003), o abacaxizeiro tem pequena demanda de N e K nos primeiros três meses após o plantio, posteriormente a necessidade aumenta até a época de indução floral.

A curva de acúmulo de nitrogênio pelos componentes das plantas, de maneira geral, foi semelhante. O acúmulo é lento na fase inicial de crescimento da planta. Entretanto, com o passar dos dias após o plantio, verificou-se um incremento acentuado no acúmulo de nitrogênio pelas folhas, raízes e talo. Posteriormente, ocorreu um declínio no acúmulo desse nutriente, exceto para o

talo, ao final do ciclo (Figura 6). O mesmo foi observado para o acúmulo de nitrogênio na biomassa vegetativa. Este fato ocorreu, provavelmente, devido à redistribuição do nutriente em favor dos componentes reprodutivos da planta (fruto e mudas).

A partir dos 400 DAP, a taxa de acúmulo de nitrogênio aumentou de forma acentuada na biomassa total, atingindo o ponto de máxima aos 519,07 DAP (estádio vegetativo V3, conforme foi descrito no capítulo anterior). O valor correspondente ao máximo acúmulo da biomassa total, considerando o somatório de folhas, talo, raízes, fruto com coroa e mudas foi 403,95 kg ha⁻¹. O máximo acúmulo para os demais componentes da planta ocorreu aos 664,95; 764,48; 666,76 e 678,93 DAP, respectivamente para folhas, talo, raízes e biomassa vegetativa. Verificou-se que os distintos componentes da planta obtiveram o seu máximo acúmulo após a época de indução floral (Tabela 11).

As taxas de máximo acúmulo de nitrogênio para a biomassa total, biomassa vegetativa, folhas, talo e raiz foram de 2.689,14; 1.943,67; 1.694,75; 309,93 e 34,27 g ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente. O ponto de inflexão para o acúmulo de nitrogênio na biomassa total, na biomassa vegetativa e nos demais componentes da planta foi observado entre os 519 e 601 DAP, sendo este considerado o período de maior demanda de nitrogênio pelo abacaxizeiro (Tabela 11), o que torna essencial a disponibilidade desse nutriente no solo para absorção das raízes. Salienta-se que a partir dessas épocas, o fornecimento de nitrogênio pouco influencia na produção e na qualidade do fruto.

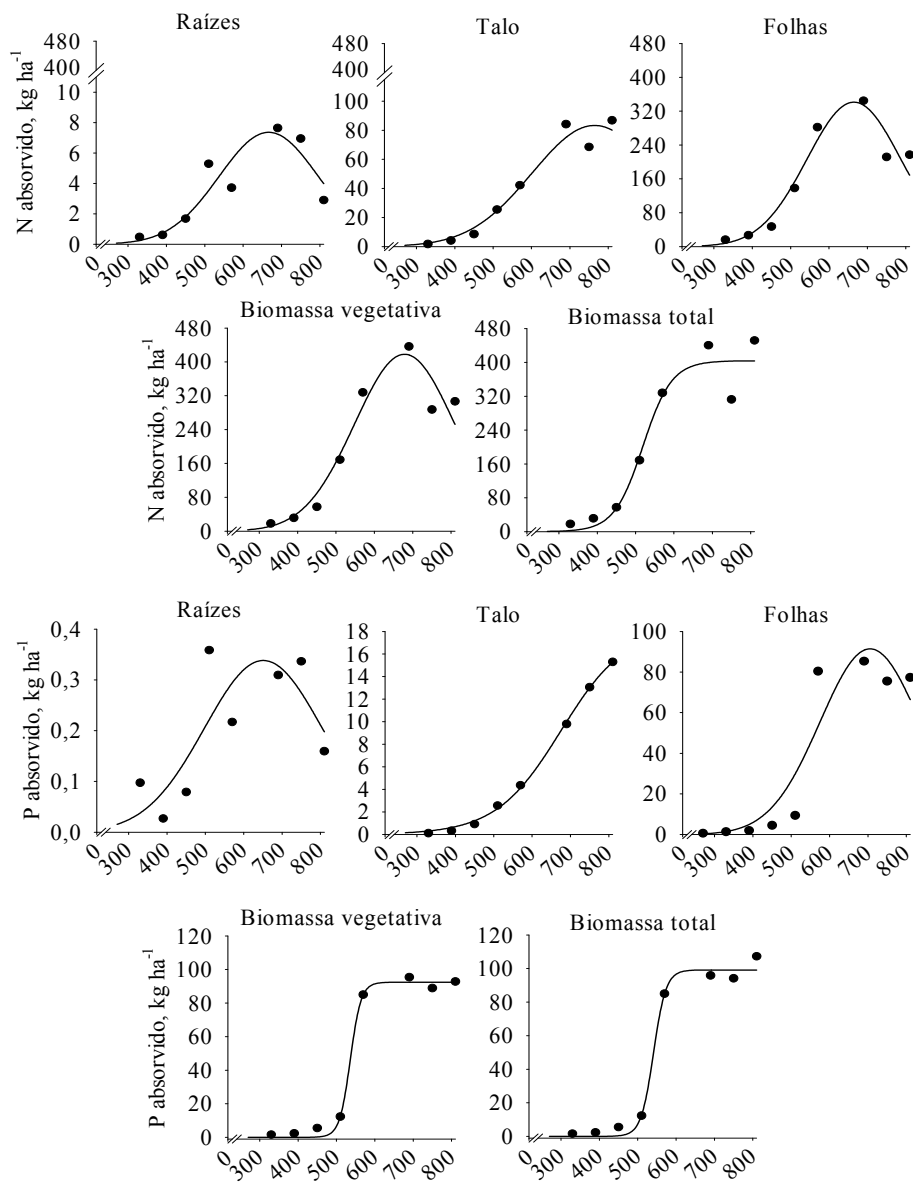


FIGURA 6. Acúmulo de N e P nas raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa (raízes + talo + folhas) e biomassa total (biomassa vegetativa + frutos + mudas), durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro 'Vitória', em dias após o plantio.

Observou-se curva sigmoide para o acúmulo de fósforo na biomassa total, na biomassa vegetativa e no talo, enquanto que o acúmulo de P nas folhas e nas raízes ajustou-se ao modelo de regressão não linear gaussiano. O fósforo foi o macronutriente menos absorvido pelo abacaxizeiro ‘Vitória’, com acúmulo máximo de 99,15 kg ha⁻¹ na biomassa total, tendo a maior demanda deste elemento ocorrido aos 541 DAP.

O acúmulo de fósforo pelas folhas e pela raiz é baixo na fase inicial de crescimento da planta, se incrementa acentuadamente com o passar dos dias após o plantio, e decresce final do ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’. Esta redução ocorre devido à redistribuição de fósforo para as estruturas reprodutivas. O acúmulo máximo de fósforo nas folhas, no talo, na raiz e na biomassa vegetativa foi observado aos 705; 675; 651; 536 DAP, sendo de 91,44; 18,39; 0,34; 92,41, respectivamente (Figura 6 e Tabela 11).

A taxa máxima de acúmulo de fósforo nas folhas, no talo, na raiz, na biomassa vegetativa e na biomassa total foi de 424,28; 54,14; 1,34; 1.642,64 e 1,527,95 g ha⁻¹ dia⁻¹. O ponto de inflexão para o talo ocorreu aproximadamente aos 675 DAP (Tabela 11), indicando que este compartimento continuou absorvendo fósforo após o período de indução floral, entretanto para os demais componentes tal ponto pôde ser verificado entre os 497 e 575 DAP.

TABELA 11. Estimativa dos parâmetros do modelo ajustado de regressão não linear e taxa de máximo acúmulo de macronutrientes nos componentes da planta: raiz, talo, folhas, biomassa vegetativa e biomassa total, durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’.

Parte da planta	Estimativas do modelo ajustado			PI (DAP)	R ²	TMA (g ha ⁻¹ dia ⁻¹)
	a (kg ha ⁻¹)	X0 (DAP)	b (DAP)			
Nitrogênio						
Raízes ^{&}	7,36*	666,76*	129,33*	537,43	0,86	34,27
Talo ^{&}	83,32*	764,48*	163,05*	601,43	0,96	309,93
Folhas ^{&}	341,28*	664,95*	122,13*	542,82	0,92	1.694,75
Biom. veget. ^{&}	418,01*	678,93*	130,43*	548,50	0,95	1.943,67
Biomassa total [#]	403,95*	519,07*	37,55*	519,07	0,95	2.689,14
Fósforo						
Raízes ^{&}	0,34*	651,13*	153,42*	497,71*	0,71	1,34
Talo [#]	18,39*	675,23*	84,94*	675,23*	0,99	54,14
Folhas ^{&}	91,44*	705,63*	130,53*	575,10*	0,88	424,28
Biom. veget. [#]	92,41*	536,06*	14,06*	536,06*	0,99	1.642,64
Biomassa total [#]	99,15*	541,17*	16,22**	541,17*	0,99	1.527,95
Potássio						
Raízes ^{&}	5,46*	704,09*	153,97*	550,12	0,61	21,52
Talo ^{&}	132,55*	777,43*	124,99*	652,44	0,99	643,19
Folhas ^{&}	411,24*	738,12*	174,25*	563,87	0,94	1.431,34
Biom. veget. ^{&}	540,52*	757,75*	172,73*	585,02	0,97	1.897,93
Biomassa total [#]	1.404,25*	774,57*	136,32*	774,57	0,95	2.575,21
Enxofre						
Raízes ^{&}	1,31*	735,45*	206,68*	528,77	0,74	3,83
Folhas ^{&}	60,80*	723,19*	148,35*	574,84	0,90	248,57
Biom. veget. ^{&}	96,10*	800,76*	191,13*	609,63	0,93	304,95
Biomassa total [#]	158,81*	680,69**	112,15*	568,54	0,93	279,51

*, Significativo a 5% (p≤0,05) pelo teste F; #: Ajuste realizado com modelo sigmóide. &: Ajuste realizado com modelo gaussiano.

Apenas a curva de acúmulo de potássio na biomassa total ajustou ao modelo sigmóide. O acúmulo de potássio nas folhas, talo e raízes ajustou-se ao modelo de regressão não-linear gaussiano. Os ajustes podem ser observados na tabela 11.

A taxa de absorção do potássio pelo abacaxizeiro foi baixa nos primeiros 300 DAP (Figura 7), coincidindo com o período de menor acúmulo de matéria seca. O potássio foi o nutriente exigido em maiores quantidades pelo abacaxizeiro, o que esteve de acordo com Teixeira *et al* (2011). Tendo em vista que o valor de máximo acúmulo deste nutriente na biomassa total foi 1.404,25 kg ha⁻¹ aos 774,57 DAP. Na Tabela 5 pôde-se observar que o máximo acúmulo de potássio pelos componentes da planta ocorreu após a indução floral, indicando que a planta continua a absorver este elemento mesmo na época de crescimento do fruto.

As maiores taxas de máximo acúmulo de potássio na biomassa total, biomassa vegetativa, folhas, talo e raízes ocorreram entre 550 e 774 DAP (Tabela 11). Verificou-se que entre os 550 a 774 DAP foi considerada a época de maior exigência em potássio pelo abacaxizeiro, sendo imprescindível a disponibilidade deste nutriente no solo para a absorção das raízes. Vale ressaltar que, após esse período o fornecimento de potássio pouco influencia na produção e qualidade do fruto.

Estudando os efeitos de diferentes doses de potássio sobre o estado nutricional do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne', Teixeira *et al.*(2011) observaram que a absorção de potássio pelo abacaxizeiro foi influenciada pelas doses e disponibilidade deste elemento no solo, independente das fontes.

O acúmulo de enxofre nas folhas, raiz e biomassa vegetativa ajustou-se ao modelo de regressão não-linear gaussiano. Enquanto o acúmulo de enxofre na biomassa total ajustou-se ao modelo sigmóide. O acúmulo de enxofre no talo ajustou-se ao modelo de crescimento exponencial crescente. Esse

comportamento indica que o talo não apresentou estabilização em seu acúmulo de enxofre no final do ciclo, não obtendo, portanto, uma taxa de máxima de acúmulo de enxofre (Figura 7). Este comportamento nos permite concluir que o talo continua absorvendo enxofre mesmo após a formação do fruto.

O máximo acúmulo de enxofre obtido na biomassa total foi 158,81 kg há⁻¹ aos 680,69 DAP. Observando o máximo acúmulo de enxofre para os distintos componentes da planta na tabela 5, verifica-se que o abacaxizeiro continua absorvendo enxofre mesmo na época de formação do fruto. Os pontos de inflexão ocorreram entre 528 e 610 DAP, sendo que a taxa máxima de acúmulo diário foi 279,51; 304,95; 248,57; 3,83 g há⁻¹ dia⁻¹ (Tabela 11). O que torna essencial a disponibilidade deste elemento no solo para as plantas.

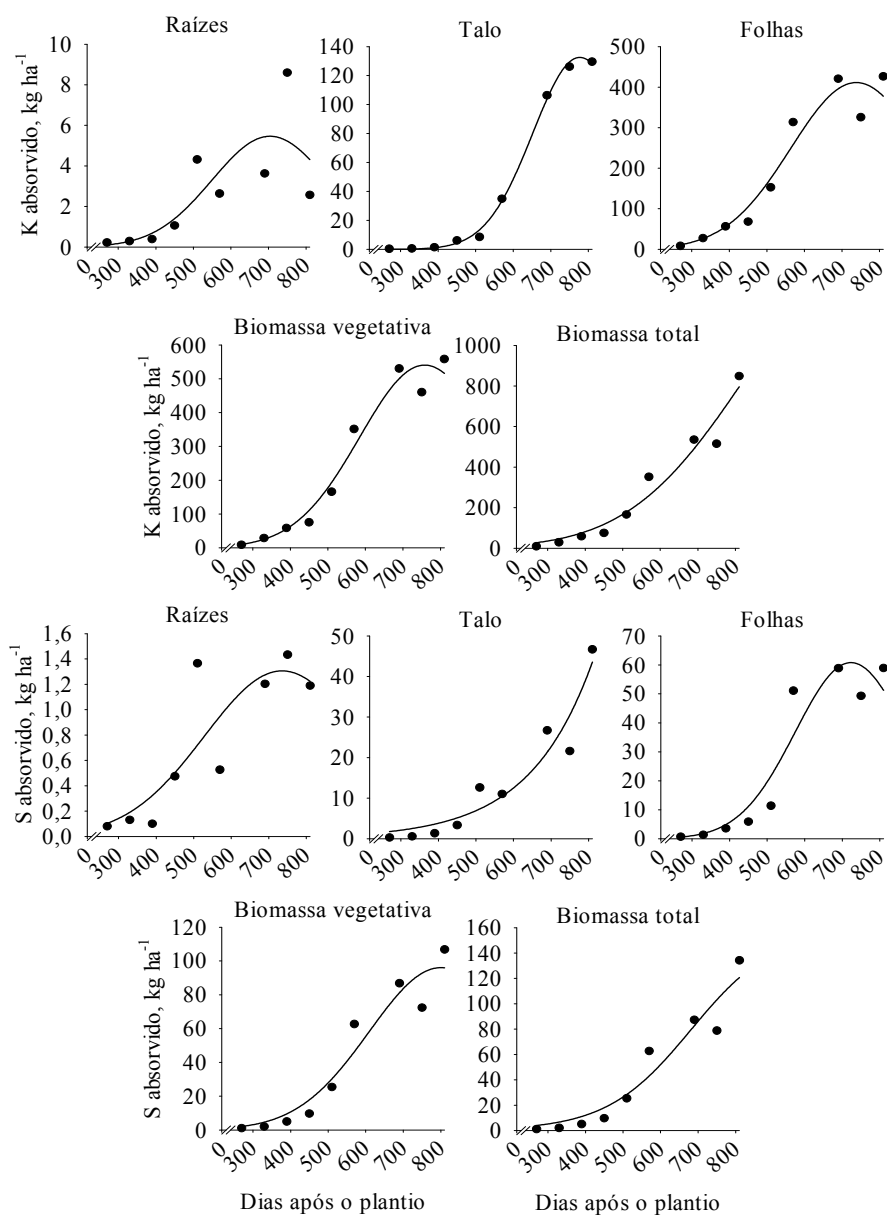


FIGURA 7. Acúmulo de K e S nas raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa (raízes + talo + folhas) e biomassa total (biomassa vegetativa + frutos + mudas), durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’, em dias após o plantio.

Observa-se ajuste sigmoide para o acúmulo de cálcio nas folhas, na biomassa vegetativa e na biomassa total. Apenas o acúmulo de cálcio nas raízes ajustou-se ao modelo gaussiano. O acúmulo de cálcio no talo apresentou comportamento semelhante à curva de enxofre, ajustando-se ao modelo de crescimento exponencial. Constatou-se, então, que o talo apresentou demanda contínua de cálcio mesmo após a formação do fruto (Figura 8 e Tabela 12).

O acúmulo máximo de cálcio verificado na biomassa total, na biomassa vegetativa, nas folhas e nas raízes foi de 119,12; 85,80; 55,49; 1,33 k ha⁻¹, respectivamente e, observado aos 557; 469; 443; 775 DAP, respectivamente (Tabela 12).

A taxa máxima de acúmulo diário de cálcio nas folhas totais, no talo, na raiz, na biomassa vegetativa e na biomassa total foi de 19,00; 3,40; 351,92; 258,92 g ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente, sendo constatada aos 443; 537; 469; 557 DAP (Figura 8 e Tabela 12). Verificou-se, portanto, que após esse período o fornecimento deste pouco influencia na sua absorção pela planta.

As curvas de acúmulo de magnésio para biomassa total, biomassa vegetativa, folhas e raízes ajustaram-se ao modelo gaussiano, e o acúmulo de magnésio no talo ajustou-se ao modelo sigmóide. O máximo acúmulo deste nutriente na biomassa total ocorreu aos 631 DAP, com um valor de 193,68 k ha⁻¹, cuja taxa máxima de acúmulo diário foi de 1.147,07 g ha⁻¹ dia⁻¹, observada aos 529 DAP (Figura 8 e Tabela 12).

O máximo acúmulo de magnésio nos distintos componentes da planta foi de 169,75; 138,19; 0,37; 194,73; 193,68 k ha⁻¹, respectivamente para folhas, talo, raízes, biomassa vegetativa e biomassa total. O ponto de inflexão e a taxa máxima de acúmulo podem ser visualizados na Tabela 12.

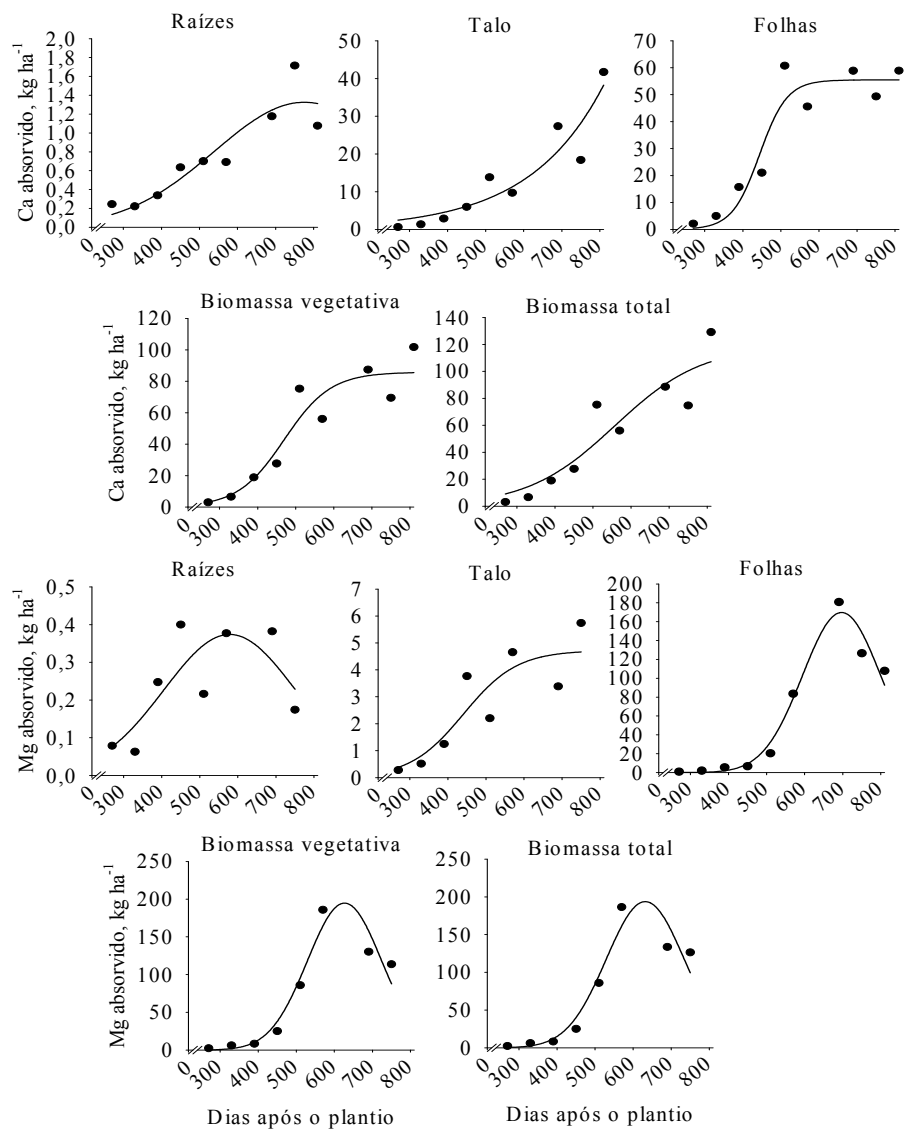


Figura 8. Acúmulo de Ca e Mg nas raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa (raízes + talo + folhas) e biomassa total (biomassa vegetativa + frutos + mudas), durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’, em dias após o plantio.

TABELA 12. Estimativa dos parâmetros do modelo ajustado de regressão não linear e taxa de máximo acúmulo de macronutrientes nos componentes da planta: raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa e biomassa total, durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’.

Parte da planta	Estimativas do modelo ajustado			PI (DAP)	R ²	TMA (g ha ⁻¹ dia ⁻¹)
	a (kg ha ⁻¹)	X0 (DAP)	b (DAP)			
Cálcio						
Raízes ^{&}	1,33*	775,47*	237,72*	537,75	0,80	3,40
Folhas [#]	55,49*	443,95*	36,13*	443,95	0,91	19,00
Biom. veget. [#]	85,80*	469,88*	60,95*	469,88	0,89	351,92
Biomassa total [#]	119,1*	557,08*	115,02*	557,08	0,85	258,92
Magnésio						
Raízes ^{&}	0,37*	578,60*	173,00*	405,60	0,64	1,33
Talo [#]	138,19*	557,63*	25,12*	557,63	0,92	8,95
Folhas ^{&}	169,75*	697,07*	102,70*	594,37	0,97	1,002,51
Biom. veget. ^{&}	194,73*	626,71*	97,71*	529,00	0,94	1.208,67
Biomassa total ^{&}	193,68*	631,77*	102,41*	529,36	0,93	1.147,07

*, Significativo a 5% ($p \leq 0,05$) pelo teste F; #. Ajuste realizado com modelo sigmóide. &. Ajuste realizado com modelo gaussiano.

O acúmulo relativo de macronutrientes nas folhas, talo, raiz, fruto e O acúmulo relativo de macronutrientes nas folhas, no talo, na raiz, no fruto e nas mudas durante o final do ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro 'Vitória' foi de 47,99 % N folhas; 19,20 % N talo; 0,64 % N raiz; 17,16 % N fruto; 15,01 % N mudas; 72,09 % P folhas; 0,15 % P raiz; 7,78 % P fruto; 5,71 % P mudas; 32,99 % K folhas; 14,42 % K talo; 0,29 % K raiz; 18,25 % K fruto, 14,06 % K mudas; 43,87 % S folhas; 34,78 % S talo; 1,91% S raiz; 10,73 % S fruto; 9,73 %S mudas; 45,60 % Ca folhas; 32,29 % Ca talo; 0,83 % Ca raiz; 7,97 Ca fruto; 13,30 % Ca mudas; 85,23 % Mg folhas; 4,54 Mg talo %; 0,14 % Mg raiz; 5,01 % Mg fruto; 5,08 % Mg mudas (Figura 9). A porcentagem dos macronutrientes nos componentes da planta foi variável durante o ciclo. Observaram-se maiores concentrações de macronutrientes nas folhas as quais foram a principal fonte de redistribuição dos nutrientes no abacaxizeiro.

Observa-se na figura 9 que grande parte dos macronutrientes acumulados nas folhas, no talo e na raiz é redistribuída na planta em função do crescimento dos frutos e mudas. Desse modo, nota-se ao final do ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro uma redução no acúmulo dos macronutrientes nas folhas, nas raízes e no talo, exceto para fósforo, enxofre e cálcio no talo. Os modelos ajustados podem ser observados na tabela 13.

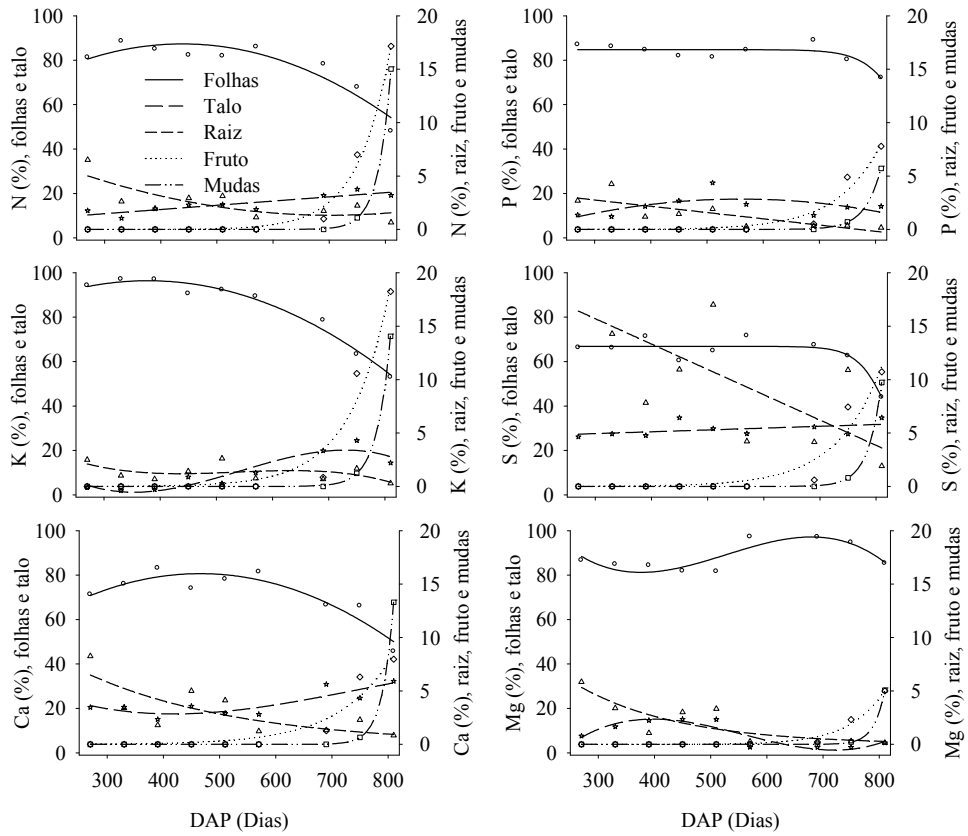


FIGURA 9. Acúmulo relativo de macronutrientes nas raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa (raízes + talo + folhas) e biomassa total (biomassa vegetativa + frutos + mudas), frutos e mudas durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’, em dias após o plantio.

TABELA 13. Estimativa dos parâmetros dos modelos ajustados para o acúmulo relativo de macronutrientes nos componentes da planta: raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa e biomassa total, durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’.

Característica	Regressão	R²	Modelo
N folha	$y = 41,0753 + 0,2111x - 0,002x^2$	0,87	Quadrático
N talo	$y = 5,1914 + 0,0190x$	0,77	Linear
N raiz	$y = 11,0526 - 0,0277x + 0,00002x^2$	0,59	Quadrático
N fruto	$y = 0,00001 \exp(0,0174x)$	0,99	Crescimento exponencial crescente
N mudas	$y = 0,000000000000005 \exp(0,0440x)$	0,99	Crescimento exponencial crescente
P folha	$y = 84,7683 (1 + \exp(-(x-871,4524)/-35,7699))$	0,73	Sigmóide
P talo	$y = -12,33559 + 0,1066x - 0,00001x^2$	0,35	Quadrático
P raiz	$y = 4,5018 - 0,0059x$	0,65	Linear
P fruto	$y = 0,0002 \exp(0,0132x)$	0,95	Crescimento exponencial crescente
P mudas	$y = 0,000000000002 \exp(0,0354x)$	0,99	Crescimento exponencial crescente
K folha	$y = 63,9494 + 0,1717x - 0,0002x^2$	0,98	Quadrático
K talo	$y = 82,5458 - 0,5499x + 0,0012x^2 - 0,0000007x^3$	0,88	Cúbico
K raiz	$y = 11,2971 - 0,0605x + 0,0001x^2 - 0,00000007x^3$	0,30	Cúbico
K fruto	$y = 0,0002 \exp(0,0141x)$	0,95	Crescimento exponencial crescente
K mudas	$y = 0,00000000000006 \exp(0,0409x)$	0,99	Crescimento exponencial crescente
S folha	$y = 66,8566 (1 + \exp(-(x-828,2867)/-28,4271))$	0,83	Sigmóide
S talo	$y = 25,1112 + 0,0082x$	0,22	Linear
S raiz	$y = 22,81 - 0,0237x$	0,50	Linear
S fruto	$y = 0,00004 \exp(0,0125x)$	0,93	Crescimento exponencial crescente
S mudas	$y = 0,00000000000002 \exp(0,0418x)$	0,99	Crescimento exponencial crescente
Ca folha	$y = 24,6578 + 0,2407x - 0,0003x^2$	0,87	Quadrático
Ca talo	$y = 35,6616 - 0,0822x + 0,0001x^2$	0,72	Quadrático
Ca raiz	$y = 17,1967 \exp(-0,0106x)$	0,58	Crescimento exponencial decrescente
Ca fruto	$y = 0,0016 \exp(0,0106x)$	0,93	Crescimento exponencial crescente
Ca mudas	$y = 0,000000000000003 \exp(0,0500x)$	0,99	Crescimento exponencial crescente
Mg folha	$y = 215,3166 - 0,8766x + 0,0018x^2 - 0,000001x^3$	0,74	Cúbico
Mg talo	$y = 200,6563 + 0,7149x + 0,0014x^2 - 0,000001x^3$	0,83	Cúbico

Continua...

TABELA 13 Cont.

Característica	Regressão	R²	Modelo
Mg raiz	$y = 23,4102 \exp(-0,0055x)$	0,70	Crescimento exponencial decrescente
Mg fruto	$y = 0,00001 \exp(0,0163x)$	0,98	Crescimento exponencial crescente
Mg mudas	$y = 0,000000000000000002 \exp(0,0524x)$	0,99	Crescimento exponencial crescente

3.2. Exportação de macronutrientes

O acúmulo de nutrientes na raiz, no talo e nas folhas do abacaxizeiro resulta na demanda nutricional da fração a ser restituída, enquanto o que foi acumulado no fruto e nas mudas resulta na demanda nutricional da fração a ser exportada (SILVA *et al.*, 2009).

Na cultura do abacaxi, os frutos constituem a principal via de exportação de nutrientes. No presente trabalho, a produção média de abacaxi com coroa foi de 71,77 t ha⁻¹, que correspondeu à exportação de N, P, K, S, Ca e Mg da ordem de 77,51; 8,34; 163,95; 14,41; 10,30; 6,33 kg ha⁻¹, respectivamente. Isso representou, em porcentagem: 17,16; 7,78; 18,25; 10,73; 7,97 e 5,10% do total acumulado de macronutrientes no abacaxizeiro 'Vitória'. A exportação de nutrientes ocorre também via material propagativo (mudas dos tipos filhote e rebentão) destinado ao plantio em outras áreas. A exportação de N, P, K, S, Ca e Mg via mudas correspondeu a: 67,81; 7,55; 126,26; 13,06; 17,18; 6,41 t ha⁻¹, respectivamente, o que representa, em termos de porcentagem 15,01; 7,04; 14,06; 9,73; 13,30 5,08% do acumulado desses respectivos macronutrientes na biomassa total do abacaxizeiro 'Vitória'.

O nitrogênio e o potássio foram os macronutrientes mais exportados pelos frutos e mudas, porém, aproximadamente 70% do total acumulado de nutrientes são passíveis de retorno ao solo via restos culturais.

3.2. Acúmulo e absorção de micronutrientes durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro

A análise de variância dos dados revelou que o acúmulo e a absorção dos micronutrientes na biomassa seca total e dos distintos componentes do

abacaxizeiro 'Vitória' (folhas, talo, raiz) foram influenciados pelo tempo de cultivo, expresso em dias após o plantio (DAP) (Tabela 14).

TABELA 14. Resumo da análise de variância (quadrado médio) dos dados relativos ao acúmulo de macronutrientes nos distintos componentes do abacaxizeiro ‘Vitória’ (folhas totais, folha D, talo, raiz) em função dos dias após o plantio (DAP). UNIMONTES, Janaúba, MG. 2012.

QM					
FV	GL	Folhas Totais			
		Zn	Cu	Fe	Mn
BLOCO	3	934670,71 ^{ns}	9622,90 ^{ns}	73402827,54 ^{ns}	476664,36 ^{ns}
DAP	2	25180548,27**	11582244**	872968223,19**	34880703,06**
RESÍDUO	8	1369397,9	6391,89	37422853	777057,71
CV (%)		50,02	38,92	49,68	30,69
Folha D					
BLOCO	3	96,15 ^{ns}	0,54 ^{ns}	8696,14 ^{ns}	51,55 ^{ns}
DAP	2	7673,48**	61,70**	274965,47**	1569,37**
RESÍDUO	8	96,11	3,19	5253,27	394,48
CV (%)		18,96	28,14	35,01	27,53
Talo					
BLOCO	3	99573,27 ^{ns}	125403 ^{ns}	269465,11 ^{ns}	38071,84 ^{ns}
DAP	2	3695664,81**	22974,00**	4109500,00**	1374422,84**
RESÍDUO	8	181993,95	961,33	409273,32	36018,25
CV (%)		57,85	53,28	66,42	42,32
Raiz					
BLOCO	3	3946,97 ^{ns}	11,81 ^{ns}	11931,30 ^{ns}	18,06 ^{ns}
DAP	2	46330,36**	134,00**	199085,10**	8466,26**
RESÍDUO	8	3074,56	11,8	14413,1	358,72
CV (%)		55,19	41,24	50,4	32,33

** Significativo a 1 % ($P \leq 0,01$) pelo teste F; ^{ns}: não significativo

Com o tempo de cultivo, ocorreram diferenças no acúmulo de micronutrientes na biomassa total e nos distintos componentes do abacaxizeiro 'Vitória'. Foram observados comportamentos semelhantes para o acúmulo dos micronutrientes na biomassa total do abacaxizeiro. A absorção de micronutrientes foi lenta no início do cultivo devido à baixa produção de matéria seca, e aumentou consideravelmente com o crescimento da planta.

De acordo com Siebeneichler *et al.* (2008), pouco se conhece sobre os efeitos dos micronutrientes no abacaxizeiro. Feitosa *et al.* (2011), avaliando a extração de micronutrientes do abacaxizeiro 'Vitória' adubado com micronutrientes aplicados via solo e por adubação foliar, constataram que as maiores doses de micronutrientes resultaram em maior crescimento da planta, o que levou a maiores extrações de micronutrientes.

Em função do tempo de cultivo, o acúmulo de nutrientes apresentou comportamento variável conforme o compartimento e o nutriente analisado, o que também corrobora as observações citadas por Augustinho *et al.* (2008) e Rozane *et al.* (2011).

Ao final do ciclo do abacaxizeiro 'Vitória' foi observado na biomassa total o acúmulo final de 10.442,80 g ha⁻¹ de Zn; 42.104,42 g ha⁻¹ de Fe; 861,16 g ha⁻¹ de Cu; 10.199,35 g ha⁻¹ de Mn. As quantidades de micronutrientes acumuladas pelo abacaxizeiro 'Vitória' obedeceram à seguinte ordem decrescente: Fe>Zn>Mn>Cu, diferindo de Souza (1999) e Malavolta (1982) que relatam que a ordem decrescente de acúmulo de micronutrientes para o abacaxizeiro é a seguinte: Mn>Fe>Zn> Cu.

Salienta-se que a absorção e o acúmulo de nutrientes podem variar em virtude das condições edafoclimáticas, manejo da cultura e característica da cultivar. Verificou-se neste estudo que a absorção e o acúmulo de micronutrientes no abacaxizeiro 'Vitória' foram incrementados ao longo do tempo de cultivo, e diferem das apresentadas na literatura para outras cultivares.

O acúmulo de micronutrientes encontrados neste trabalho encontra-se, de maneira geral, superior ao relatado por diversos autores. Paula *et al.* (1985) encontraram acumulação de micronutrientes para a cultivar ‘Smooth Cayenne’ com densidade de 50.000 plantas por hectare de 225 g ha⁻¹ de Zn; 197 g ha⁻¹ de Cu; 4.793 g ha⁻¹ de Fe e 6.351 g ha⁻¹ de Mn; e para a cultivar ‘Pérola’, também com densidade de 50.000 plantas por hectare, foram registrados acúmulos de 337 g ha⁻¹ de Zn, 169 g ha⁻¹ de Cu, 4.020 g ha⁻¹ de Fe e 7.308,351 g ha⁻¹ de Mn. Já Hiroce *et al.* (1977) verificaram acúmulos de 404 g ha⁻¹ de Zn; 191 g ha⁻¹ de Cu; 5.095 g ha⁻¹ de Fe e 2.456 g ha⁻¹ de Mn para a cultivar ‘Smooth Cayenne’ com densidade de 50.000 plantas por hectare.

O acúmulo de zinco nos diferentes componentes teve comportamento sigmoide para a biomassa total e o talo. Verificou-se também que acúmulo de zinco nas folhas, na raiz e na biomassa vegetativa ajustou-se ao modelo não linear gaussiano (Figura 10 e Tabela 15).

O zinco foi o segundo micronutriente mais absorvido pelo abacaxizeiro. Constatou-se que o máximo acúmulo deste nutriente na biomassa total foi 8903,62 g ha⁻¹, ocorrendo aos 568 DAP. No entanto, as folhas, o talo e a raiz obtiveram seus acúmulos máximos aos 693; 676; 695 DAP. O acúmulo verificado para estes componentes foi 6.285,96; 2.708,28; 282,19 g ha⁻¹, respectivamente. Verificou-se que o zinco se acumula em maior quantidade nas folhas e no talo (Tabela 15). Amaral (2011), conduzindo um experimento com o abacaxizeiro ‘Pérola’ em sistema de irrigação suplementar, registrou acúmulo de zinco de 430; 350 e 2,2 g ha⁻¹, respectivamente, na planta inteira, nas folhas totais e na folha D. Por outro lado, Carvalho *et al.* (2008), estudando mudas de abacaxizeiro ‘Imperial’ adubado com 10 mmol L⁻¹ de Zn, encontraram 136,8 microgramas de zinco nas folhas aos 105 dias de experimento.

As curvas de acúmulo para ferro na biomassa total, na biomassa vegetativa, nas folhas e na raiz apresentaram comportamento muito semelhante

às curvas de acúmulo de zinco. O acúmulo de ferro nas folhas, na raiz e na biomassa vegetativa ajustou-se ao modelo não linear gaussiano e o acúmulo de ferro na biomassa total obteve ajuste sigmóide (Figura 10 e Tabela 15). A curva de acúmulo de ferro no talo apresentou ajustes de crescimento exponencial, não atingindo seu ponto de máximo acúmulo, o que significa que o talo continua absorvendo ferro após o final do ciclo.

Verificou-se que o máximo acúmulo de ferro na biomassa total ocorreu aos 638 DAP, obtendo acúmulo de 44.464,97 g ha⁻¹ sendo este micronutriente mais requerido pelo abacaxizeiro (Tabela 15).

As taxas de máximo acúmulo diário de zinco na biomassa total, na biomassa vegetativa, nas folhas, no talo e na raiz foram observadas entre 594,26 e 676,50 DAP, e para ferro entre 582 e 640 DAP (Tabela 15). Esta foi a época de maior exigência em zinco e ferro pelo abacaxizeiro, sendo imprescindível a disponibilidade destes nutrientes no solo para a absorção pela raiz.

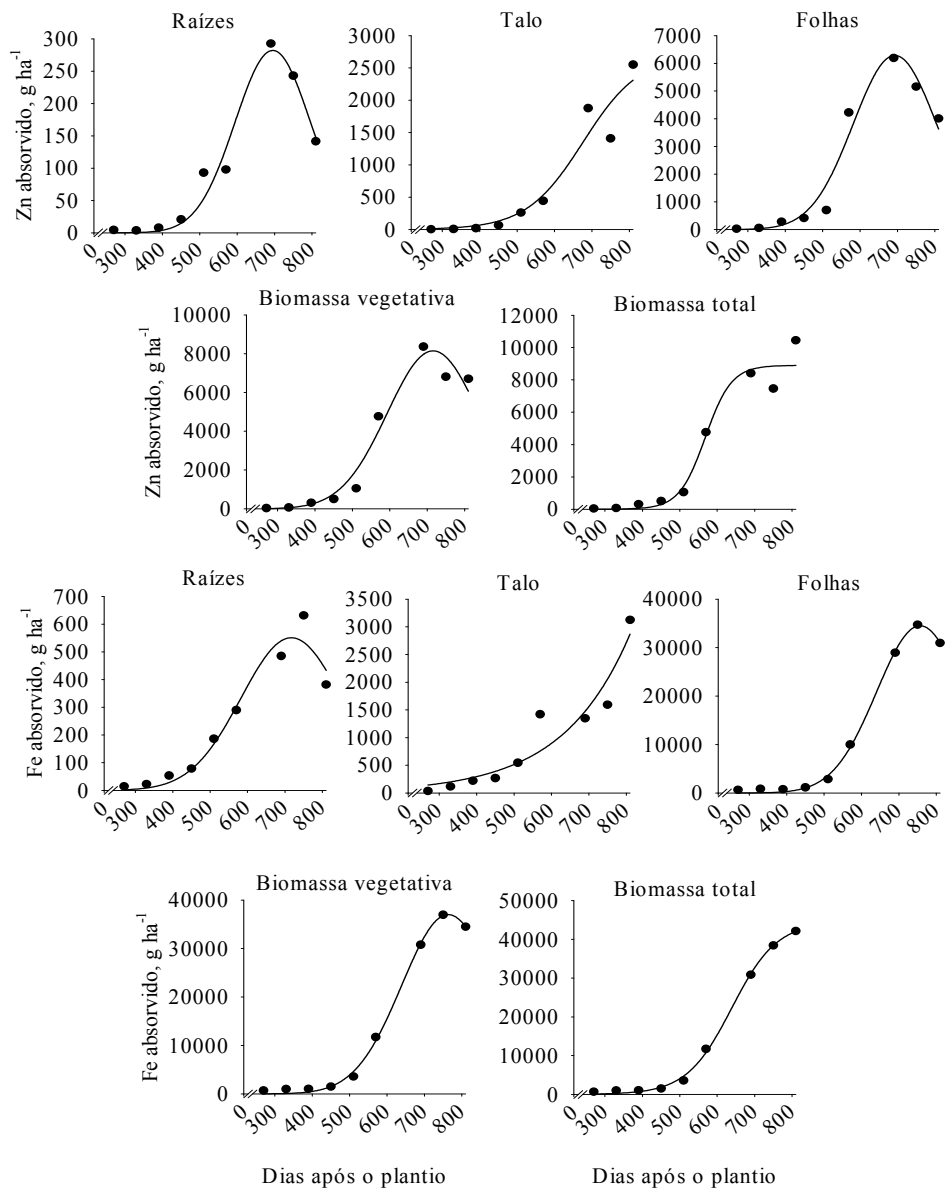


FIGURA 10. Acúmulo de Zn e Fe nas raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa (raízes + talo + folhas) e biomassa total (biomassa vegetativa + frutos + mudas), durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’, em dias após o plantio.

TABELA 15. Estimativa dos parâmetros do modelo ajustado de regressão não linear e taxa de máximo acúmulo de micronutrientes nos componentes da planta: raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa e biomassa total, durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’.

Parte da planta	Estimativas do modelo ajustado			PI (DAP)	R ²	TMA (dg ha ⁻¹ dia ⁻¹)
	a (kg ha ⁻¹)	X0 (DAP)	b (DAP)			
Zinco						
Raízes ^{&}	282,19*	695,15*	100,89*	594,26	0,97	16,96
Talo [#]	2.708,28*	676,50*	75,94*	676,50	0,93	89,15
Folhas ^{&}	6.285,96*	693,20*	111,44*	581,76	0,96	342,12
Biom. veget. ^{&}	8.144,88*	715,79*	122,51*	593,28	0,97	403,22
Biomassa total [#]	8.903,62*	568,32*	34,97*	568,32	0,97	636,53
Ferro						
Raízes ^{&}	551,08*	717,15*	134,32*	582,83	0,96	24,50
Folhas ^{&}	3.4495,26*	756,77*	116,06*	640,71	0,99	1.802,61
Biom. veget. ^{&}	36.989,15*	763,63*	124,20*	639,43	0,99	1.797,12
Biomassa total [#]	44.464,97*	638,68*	60,35*	638,68	0,99	1.841,82
Cobre						
Raízes ^{&}	17,14*	659,28*	137,41*	521,87	0,94	0,75
Folhas ^{&}	396,72*	704,07*	150,61*	553,46	0,90	15,97
Biom. veget. [#]	569,06*	535,84*	61,09*	535,84	0,92	23,28
Biomassa total [#]	1.443,4*0	786,72*	151,864*	786,72	0,90	23,76
Manganês						
Raízes ^{&}	125,66*	665,59*	136,27*	529,32	0,93	5,59
Talo [#]	1.026,0*5	554,74*	29,66*	554,74	0,64	86,48
Folhas [#]	6.209,95*	535,24*	27,30*	535,24	0,97	568,64
Biom. veget. ^{&}	7.338,81*	536,97*	29,04*	507,93	0,94	1.532,22
Biomassa total [#]	8.696,22*	550,92*	35,59*	550,92	0,95	610,82

*, Significativo a 5% (p≤0,05) pelo teste F; #: Ajuste realizado com modelo sigmóide. &: Ajuste realizado com modelo gaussiano.

O cobre foi o micronutriente absorvido em menor quantidade pelo abacaxizeiro 'Vitória', visto que a demanda desse nutriente pela planta é baixa, embora o cobre seja um nutriente importante para o desenvolvimento da planta. Verificou-se que o acúmulo desse micronutriente na biomassa total e na biomassa vegetativa ajustou-se ao modelo sigmoide e as folhas totais e raiz ajustaram-se ao modelo gaussiano (Figura 11 e Tabela 15). Em relação ao acúmulo de cobre no talo, constata-se que este compartimento continua a absorver cobre mesmo no final do ciclo.

A biomassa total do abacaxizeiro acumulou 1.443,40 g ha⁻¹ aproximadamente aos 786 DAP. Observou-se que a planta continua absorvendo cobre mesmo na época de crescimento do fruto. O máximo acúmulo de cobre obtido para as folhas, raiz e biomassa vegetativa ocorreu aos 704,07; 659,28; 535,84 DAP. Pode-se notar que a folhas e raiz absorvem cobre mesmo na fase reprodutiva. Os pontos de inflexão foram observados entre 521 e 786 DAP, o que implica que nesta fase o cobre tem que estar disponível no solo para a planta. As taxas máximas de acúmulo diário observadas foram 23,76; 23,28; 15,97; 0,75 dg ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente para biomassa total, biomassa vegetativa, folhas e raiz (Tabela 15).

Quanto ao acúmulo de manganês, verificou-se que as curvas de acúmulo para biomassa total e talo ajustaram-se ao modelo sigmóide, enquanto as curvas para folhas, raiz e biomassa vegetativa ajustaram-se ao modelo gaussiano (Figura 11 e Tabela 15).

O máximo acúmulo de manganês observado para a biomassa total foi 8.696,22 g ha⁻¹ aos 550 DAP. O ponto de inflexão pôde ser observado entre os 550 e 554 DAP para o acúmulo de manganês na biomassa total, na biomassa vegetativa, nas folhas, no talo e na raiz, sendo a época de maior exigência da cultura por este nutriente. A taxa de máximo acúmulo para estes componentes foram 610,82; 1.532,22; 568,64; 86,48 e 5,59 dg ha⁻¹ dia⁻¹, respectivamente

(Tabela 15). Feitosa (2010), trabalhando com o abacaxizeiro ‘Vitória’, constatou que a extração de manganês foi $466,8 \text{ g ha}^{-1}$ aos 180 DAP..

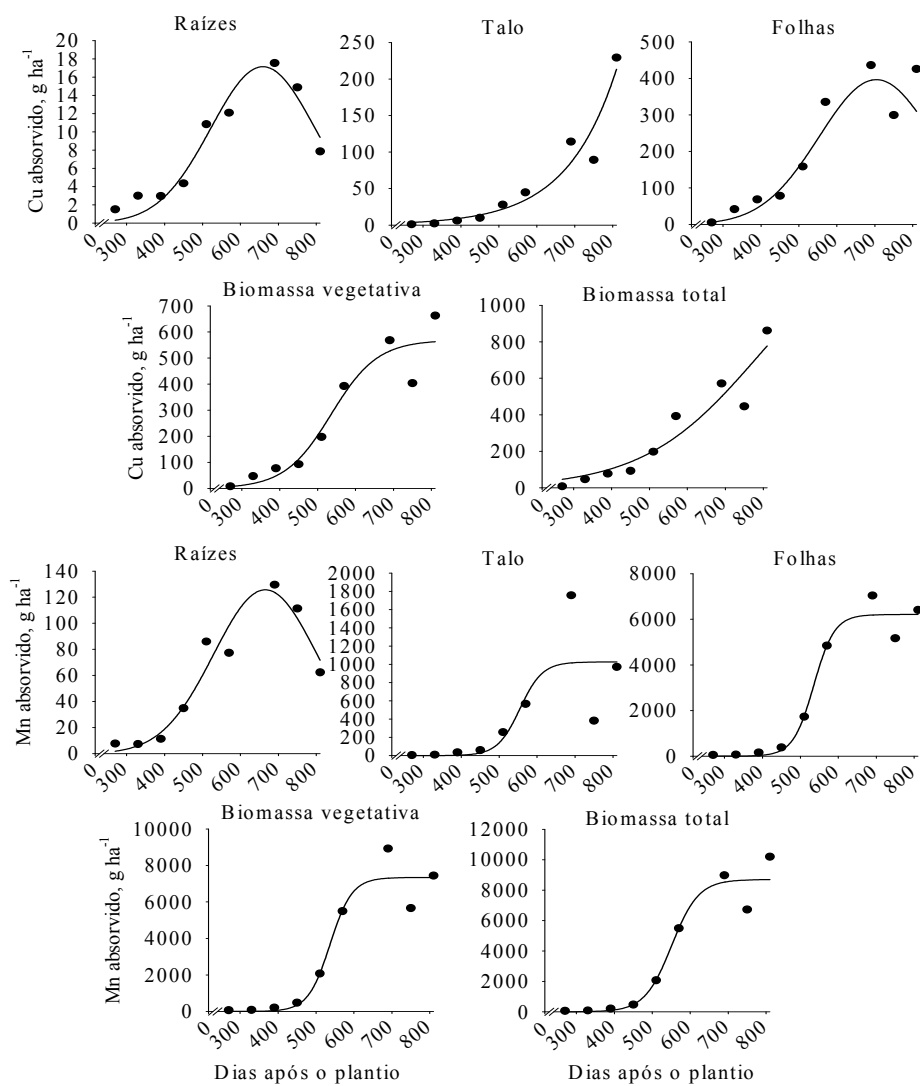


FIGURA 11. Acúmulo de Cu e Mn nas raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa (raízes + talo + folhas) e biomassa total (biomassa vegetativa + frutos + mudas), durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’, em dias após o plantio.

O acúmulo relativo de micronutrientes nas folhas, no talo, na raiz, no fruto e nas mudas durante o final do ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro 'Vitória' foi de 38,39% Zn folhas; 24,43% Zn talo; 1,36% Zn raiz; 18,62% Zn fruto; 17,22% Zn mudas; 73,52% Fe folhas; 7,42% Fe talo; 0,91% Fe raiz; 12,46% Fe fruto; 5,69% Fe mudas; 49,44% Cu folhas; 26,61% Cu talo; 0,29% 0,91% Cu raiz; 18,02% Cu fruto; 5,01% Cu mudas; 62,85% Mn folhas; 9,51% Mn talo; 0,61% Mn raiz; 14,27% Mn fruto; 12,7422% Mn mudas (Figura 12). A porcentagem dos macronutrientes nos componentes da planta foi variável durante o ciclo. Observaram-se maiores concentrações de micronutrientes nas folhas, sendo este compartimento a principal fonte de redistribuição dos nutrientes no abacaxizeiro. Os modelos ajustados foram descritos na tabela 16.

Apesar de ter sido o micronutriente mais acumulado pelo abacaxizeiro, a redistribuição do ferro para o fruto e mudas foi muito baixa, o que permite a reciclagem do ferro acumulado. O zinco e o cobre foram os micronutrientes mais redistribuídos para o fruto (Figura 12).

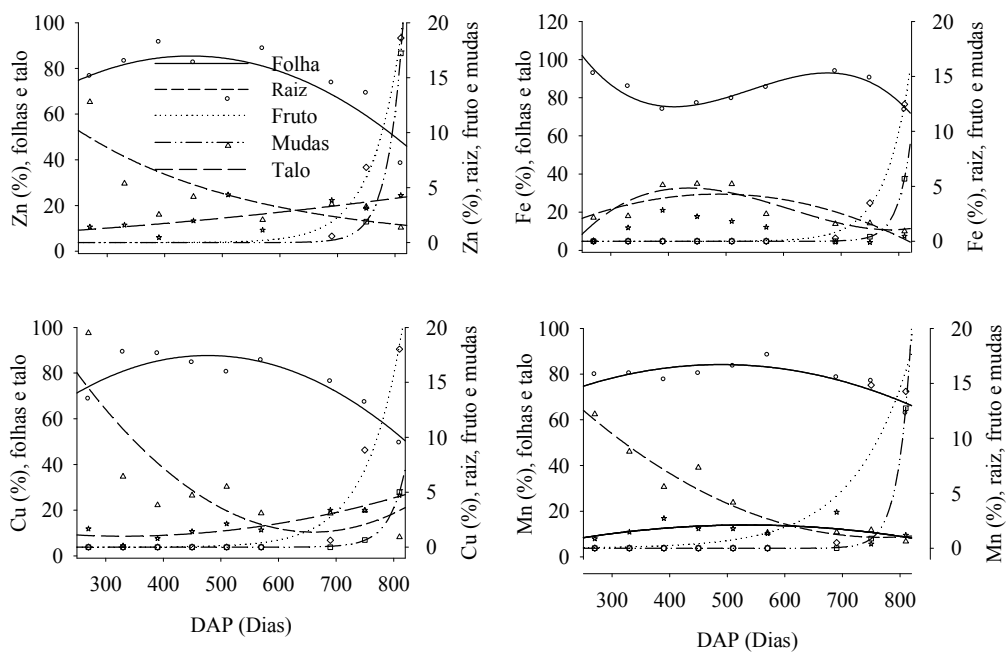


FIGURA 12. Acúmulo relativo de micronutrientes nas raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa (raízes + talo + folhas) e biomassa total (biomassa vegetativa + frutos + mudas), frutos e mudas durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’, em dias após o plantio.

TABELA 16. Estimativa dos parâmetros dos modelos ajustados para o acúmulo relativo de micronutrientes nos componentes da planta: raízes, talo, folhas, biomassa vegetativa e biomassa total, durante o ciclo de desenvolvimento do abacaxizeiro ‘Vitória’.

Característica	Regressão	R ²	Modelo*
Zn folha	$y = 29,8914 + 0,2497x - 0,0003x^2$	0,68	1
Zn talo	$y = 5,6748 + 0,0106x + 0,00001x^2$	0,49	1
Zn raiz	$y = 20,1611 - 0,0486x + 0,00003x$	0,46	1
Zn fruto	$y = 0,000004 \exp(0,0190x)$	0,97	2
Zn mudas	$y = 0,000000000002 \exp(0,0368x)$	0,99	2
Fe folha	$y = 330,5912 - 1,5609x + 0,0031x^2 - 0,000002x^3$	0,91	3
Fe talo	$y = -141,9846 + 0,9458x - 0,0018x^2 + 0,000001x^3$	0,95	3
Fe raiz	$y = -5,0287 + 0,0383x - 0,00004x^2$	0,64	1
Fe fruto	$y = 0,0000001 \exp(0,0227x)$	0,99	2
Fe mudas	$y = 0,00000000000002 \exp(0,0439x)$	0,99	2
Cu folha	$y = 15,3177 + 0,3034x - 0,0003x^2$	0,86	1
Cu talo	$y = 16,8360 - 0,0499x + 0,00008x$	0,88	1
Cu raiz	$y = 11,2971 - 0,0605x + 0,0001x^2 - 0,00000007x^3$	0,30	1
Cu fruto	$y = 0,00005 \exp(0,0158x)$	0,98	2
Cu mudas	$y = 0,000000000004 \exp(0,0344x)$	0,99	2
Mn folha	$y = 44,71090,1613x - 0,0002x^2$	0,70	1
Mn talo	$y = -5,7443 + 0,0739x - 0,00007x^2$	0,22	1
Mn raiz	$y = 26,4236 - 0,0663x + 0,00004x^2$	0,93	1
Mn fruto	$y = 0,0043 \exp(0,0102x)$	0,81	2
Mn mudas	$y = 0,00000000000002 \exp(0,0447x)$	0,99	2

*Modelos: 1- Quadrático; 2 – Crescimento exponencial crescente; 3 – Cúbico;

3.5. Exportação de micronutrientes

Na cultura do abacaxi, os frutos constituem a principal via de exportação de nutrientes. No presente trabalho, a produção de abacaxi com coroa foi de 71,77 t ha⁻¹, correspondendo a exportação de Zn, Fe, Cu e Mn da ordem de 1.943,66; 5.246,38; 155,19; 1.456,18 g ha⁻¹. Isso representa, em termos de porcentagem, 18,61; 12,46; 18,02 e 14,28% do acumulado desses respectivos micronutrientes na biomassa total do abacaxizeiro 'Vitória'. A exportação de nutrientes ocorre também via material propagativo (mudas dos tipos filhote e rebentão) destinado ao plantio em outras áreas. A exportação de Zn, Fe, Cu e Mn via mudas correspondeu a 17,22; 5,69; 5,02; 12,74% do total acumulado por esses respectivos micronutrientes na biomassa total.

Notou-se que, apesar de o ferro ter sido o micronutriente mais extraído pelo abacaxizeiro, a sua exportação para frutos e mudas é baixa, sendo que aproximadamente mais de 80% do ferro acumulado pode ser retornado ao solo.

Em relação ao zinco e ao manganês, aproximadamente 64 e 73%, respectivamente, do acumulado para estes micronutrientes podem ser retornados ao solo.

Mesmo sendo o micronutriente menos demandado pelo abacaxizeiro, o cobre foi um dos principais micronutrientes exportados para o fruto, porém sua exportação via mudas é baixa. Sendo assim, verifica-se que aproximadamente 77% do cobre acumulado podem ser repostos ao solo.

De acordo com Silva *et al.* (2009), o acúmulo de nutrientes na raiz, no talo e nas folhas do abacaxizeiro resulta na demanda nutricional da fração a ser restituída, enquanto o que foi acumulado no fruto e nas mudas resulta na demanda nutricional da fração a ser exportada.

4. CONCLUSÕES

O conteúdo médio de macro e micronutrientes absorvidos pelo abacaxizeiro 'Vitória' é considerado superior àqueles encontrados na literatura.

As folhas e o talo são os componentes da planta que apresentam maior acúmulo de nutrientes.

O acúmulo de macronutrientes no abacaxizeiro 'Vitória' apresenta a seguinte ordem decrescente: $K > N > S > Ca > Mg > P$, e corresponde a 898,32 kg ha⁻¹ de K; 451,71 kg ha⁻¹ de N; 134,27 kg ha⁻¹ de S ; 129,17 de kg ha⁻¹ de Ca; 126,41 kg ha⁻¹ de Mg 107,26 kg ha⁻¹ de P.

A exportação de macronutrientes pelo fruto na cultura do abacaxizeiro segue a seguinte ordem decrescente: $K > N > S > Ca > P > Mg$, e equivale, respectivamente, a 18, 17, 11, 8, 8 e 5% do total acumulado pelo abacaxizeiro.

O acúmulo total de micronutrientes apresenta a seguinte ordem decrescente: $Fe > Zn > Mn > Cu$, e corresponde a 42.104,42; 10.442,80; 10.199, e 861,16 g ha⁻¹, respectivamente. No entanto, a exportação de macronutrientes pelo fruto na cultura do abacaxizeiro segue a seguinte ordem decrescente: $Zn > Fe > Cu > Mn$, e equivale, respectivamente, a 18,61; 12,46; 18,02 e 14,28% do total acumulado.

O abacaxizeiro 'Vitória' exporta para o fruto 77,51 kg ha⁻¹ N; 8,34 P; 163,95 kg ha⁻¹ K; 14,41 kg ha⁻¹ S; 10,30 kg ha⁻¹ Ca; 6,33 kg ha⁻¹ Mg, Fe, Cu e Mn da ordem de 1.943,66 g ha⁻¹ Zn; 5.246,38 g ha⁻¹ Fe; 155,19 g ha⁻¹ Cu; 1.456,18 g ha⁻¹ Mn.

Os conteúdos de nutrientes exportados pelos frutos e mudas representam importante componente de extração de nutrientes do solo. Todavia, a majoritária fração de nutrientes acumulados pelo abacaxizeiro compõe folhas, talo e raiz, e pode ser incorporada ao solo na forma de restos culturais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, U. **Acúmulo de nutrientes e estoque de carbono pelo abacaxizeiro ‘Pérola’ submetido a diferentes lâminas de irrigação**. 2011. 80 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido)-Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2011.

AMORIM, A. V. *et al.* Fruit size and quality of pineapples cv. Vitória in response to micronutriente doses and way of application and to soil covers. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n. especial 1, 2011.

AUGOSTINHO, L. M. D. *et al.* Acúmulo de massa seca e marcha de absorção de nutrientes em mudas de goiabeira ‘Pedro Sato’. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 577-585, 2008.

CARVALHO, J. G. *et al.* Redistribuição de boro em plantas de abacaxi cv. Imperial sob aplicação foliar na presença de zinco, sacarose e ureia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA., 2008. Vitória. **Anais...** Vitória-ES: SBF, 2008.

FEITOSA, H. O. **Crescimento e extração de nutrientes pelo abacaxizeiro cv. Vitória sob doses crescentes de micronutrientes em dois tipos de cobertura do solo**. 2010. 108 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)- Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.

FEITOSA, H. O. *et al.* Crescimento e extração de micronutrientes em abacaxizeiro ‘Vitória’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. especial, p.706-712, 2011.

FERREIRA, D. F. **Sistema de análises de variância para dados balanceados**. Lavras: UFLA, 2000.

GRANGEIRO, L. C. *et al.* Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 2, p.267-273, 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA-INMET. **Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>. Acesso em: 29/9/2012.

HIROCE, R. *et al.* Composição química inorgânica do abacaxizeiro (*Ananas comosus* 'Cayenne') da região de Bebedouro, SP. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v. 29, p. 323-326, 1977.

MALAVOLTA, E. Nutrição mineral e adubação do abacaxizeiro. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ABACAXICULTURA, 1., 1982. Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 1982. p. 121-153.

MALÉZIEUX, E.; BARTHOLOMEW, D. P. Plant nutrition. In: BARTHOLOMEW, D. P.; PAUL, R. E. & ROHRBACH, K. G. (Eds). **The Pineapple**: botany, production and uses. Honolulu: CAB, 2003, p. 143-165.

PAULA, M. B. *et al.* Exigências nutricionais do abacaxizeiro. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p. 27-32. 1985.

PY, C.; LACOEUILHE, J. J., TEISON, C. **L'ananas as culture, sés produits**. Paris: G. P. Maisonneuve et Larose at A. C. C. T., 1984. 526 p.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V, V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5a Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.

ROZANE, D. E. *et al.* G. Produção de mudas de caramboleiras 'B-10' e 'Golden Star': II- marcha de absorção e acúmulo de nutrientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1308-1321, 2011.

SIEBENEICHLER, S. C. *et al.* Boro em abacaxizeiro Pérola no norte fluminense - Teores, distribuição e características do fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 3, p. 787-793, 2008.

SIEBENEICHLER, S. C. **O Boro na cultura do abacaxizeiro 'Pérola' no norte do Estado do Rio de Janeiro.** 2002. 75 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, 2002.

SILVA, A. P. *et al.* Sistema de recomendação de fertilizantes e corretivos para a cultura do abacaxi- Fertcal- abacaxi. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 33, n. 55, p.1269-1280, 2009.

SOUZA, L. F. da S. Exigências edáficas e nutricionais. In: CUNHA, G. A. P. da, CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. da S. (orgs.). **O abacaxizeiro, cultivo, agroindústria e economia.** Brasília: Embrapa comunicação para transferência de Tecnologia, 1999. p. 67-82.

TEIXEIRA, L. A. J. *et al.* Potassium fertilization for pineapple: effects on soil chemical properties and plant nutrition. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 2, p. 627-636, 2011.