



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA RURAL**

**MARCA DE ABSORÇÃO DE MACRONUTRIENTES PELO ABACAXIZEIRO  
'PÉROLA' EM SOLOS DE TABULEIROS COSTEIROS PARAIBANOS**

**Mateus Guimarães da Silva**

**Orientando**

**Prof. Dr. Alexandre Paiva da Silva**

**Orientador**

**AREIA – PB  
MAIO – 2016**

**MATEUS GUIMARÃES DA SILVA**

**MARCA DE ABSORÇÃO DE MACRONUTRIENTES PELO ABACAXIZEIRO  
'PÉROLA' EM SOLOS DE TABULEIROS COSTEIROS PARAIBANOS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Coordenação do Curso de  
Agronomia da Universidade Federal da Paraíba  
para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

**Orientador:** Prof. Dr. Alexandre Paiva da Silva

**AREIA – PB  
MAIO – 2016**

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da  
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.*

S586m Silva, Mateus Guimarães da.

Marcha de absorção de macronutrientes pelo abacaxizeiro 'Pérola' em solos de tabuleiros costeiros paraibanos / Mateus Guimarães da Silva. - Areia: UFPB/CCA, 2016.  
x, 27 f.: il.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

Bibliografia.

Orientador: Alexandre Paiva da Silva.

1. Abacaxizeiro pérola – Absorção de nutrientes 2. Abacaxi – Nutrição mineral 3. *Ananas comosus* I. Silva, Alexandre Paiva da (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU 634.774

**MATEUS GUIMARÃES DA SILVA**

**MARCA DE ABSORÇÃO DE MACRONUTRIENTES PELO ABACAXIZEIRO  
'PÉROLA' EM SOLOS DE TABULEIROS COSTEIROS PARAIBANOS**

**MONOGRAFIA APROVADA EM: 13 / 05 / 2016**

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Alexandre Paiva da Silva  
DSER/CCA/UFPB  
Orientador

---

Dra. Alessandra Alves Rodrigues – Examinador  
Bolsista PNPd – CAPES / PPGCS /CCA/UFPB  
Examinador

---

Msc. Ewerton Gonçalves de Abrantes – Examinador  
Doutorando PPGCS/CCA/UFPB  
Examinador

**AREIA – PB  
MAIO – 2016**

**DEDICATÓRIA**

*Aos meus pais,  
à toda minha família, orientadores  
e a todos aqueles que de alguma forma  
contribuíram para minha formação.*

**DEDICO.**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por tudo que tens feito na minha vida, pelo cuidado e pela saúde e toda sabedoria que tens me dado e por estar perto de mim a cada dia.

Aos meus pais Francisco Braga Guimarães e Gilvanete da Silva Guimarães, pelo incentivo e por sempre acreditarem e confiarem em mim.

À minha avó Miriam Alves da Silva e meu avô Joaquim Raimundo da Silva, bem como à toda minha família pelo total apoio e incentivo nas horas mais difíceis, e nos momentos de angústia e provações.

Ao meu Orientador, professor Alexandre Paiva da Silva por todo conhecimento repassado, pela atenção, respeito, confiança e por ter me acolhido de forma especial. Faltam palavras pra expressar tamanha gratidão.

Ao CNPq pelo financiamento desse trabalho e bolsa de iniciação científica concedida.

Ao Centro de Ciências Agrárias da UFPB, em Areia-PB, em especial ao Departamento de Solos e Engenharia Rural, pelo apoio e disponibilização do espaço para a realização desse trabalho. Aos professores do DSER, pela amizade, orientações e apoio.

Ao proprietário da fazenda Quandu, Francisco Cleanto de Castro por ceder o espaço para realização do trabalho, e ao gerente da fazenda Jurandir pelo apoio na execução das atividades.

Aos colegas de trabalho Clint Wayne, João Batista, Ewerton Gonçalves e toda “equipe abacaxi”, os quais nunca mediram esforços para ajudar na realização desse trabalho.

Aos colegas de alojamento Wagner Miranda, Michel Alves, Matheus Casimiro (Coutinho), Otalício Junior, Zennite Maru, Tiago Carvalho pela convivência, apoio e amizades sinceras.

Aos colegas de turma Danilo, José Gomes, Diogo, Josevaldo, Ernandes, Natan, Wagner, Fábio, Regina, Edlânia, Fernando (Boquinha) pelo convívio e pelo amadurecimento profissional.

Aos meus amigos de infância Edigleio, Edmilson (Prego), Juciê, Francisco (Tota), Adaires, Adali, Tallyson, Paulo César, Kleber Oliveira (Josa) pela amizade verdadeira, apoio e incentivo nessa caminhada.

A todos que, por um lapso momentâneo não foram aqui mencionados, mas que certamente serão lembrados pela valiosa contribuição que deram para a concretização deste trabalho.

SILVA, Mateus Guimarães da. **Marcha de absorção de macronutrientes pelo abacaxizeiro ‘Pérola’ em solos de Tabuleiros Costeiros paraibanos.** Areia – PB, 27p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba.

## RESUMO

Apesar da importância socio-econômica da cultura e da relevância da adubação mineral no sistema de produção ainda são escassas as informações sobre exigências nutricionais do abacaxizeiro em algumas das principais microrregiões produtoras do estado da Paraíba. Este trabalho teve por objetivo avaliar a marcha de absorção de macronutrientes pelo abacaxizeiro ‘Pérola’, nas condições edafoclimáticas de Itapororoca-PB. O experimento foi conduzido entre os meses de agosto de 2014 e maio de 2015, em solo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com os tratamentos arranjados em esquema fatorial  $6 \times 5$ , com três repetições. Os fatores em estudo constaram de seis partes morfológicas [raiz, caule, folhas velhas (A, B e C), intermediária (D), jovens (E e F) e planta inteira] e cinco épocas de coleta (120, 197, 257, 334, 364 dias após o plantio - DAP). Foram avaliados, em cada época de coleta, a produção de matéria seca das respectivas partes morfológicas, bem como os teores e os acúmulos de N, P, K, Ca, Mg e S. Concluiu-se que o abacaxizeiro apresenta acúmulo de matéria seca e de nutrientes lento na fase inicial do ciclo da cultura (120 a 197 DAP), o qual se intensifica no período entre 197 e 364 DAP, e alcançam valores máximos entre 334 e 364 DAP. A extração de macronutrientes pelo abacaxizeiro ‘Pérola’ obedece a seguinte ordem decrescente:  $K > N > Ca > Mg > S > P$ , com quantidades acumuladas, aos 364 DAP, de: 9,9; 5,5; 2,0; 1,2; 0,9 e 0,8 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente. N, P, K e Mg são os macronutrientes acumulados em maior quantidade nas folhas velhas, enquanto que Ca e S são mais acumulados no caule.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Ananas comosus* comosus L., acúmulo de nutrientes, nutrição mineral.

SILVA, Mateus Guimarães da. **Uptake of macronutrients by pineapple cv. 'Pérola' in Coastal Tableland soils in Paraíba state.** Areia – PB, 27p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba.

### ABSTRACT

Despite the socio-economic importance of culture and the importance of mineral fertilizer in the production system the information on nutritional requirements of pineapple plant are still scarce in some regions of the state of Paraíba. This study aimed to evaluate the uptake of macronutrients by pineapple 'Pérola', at conditions of Itapororoca-PB. The experiment was conducted between the months of August 2014 and May 2015, in soil classified as Ultisol. The experimental design was a randomized block with treatments arranged in a factorial 6 x 5 with three replications. The factors studied were six morphological parts [root, stem, old leaves (A, B and C), intermediate (D), young (E and F) and whole plant] and five sampling times (120, 197, 257, 334, 364 days after planting - DAP). Were evaluated at each time of collection, the dry matter production of its morphological parts, as well as the contents and accumulation of N, P, K, Ca, Mg and S. It was concluded that the pineapple has dry matter accumulation and nutrient slow early in the crop cycle (120-197 DAP), which intensifies in the period between 197 and 364 DAP, and reach maximum values between 334 and 364 DAP. The extraction of macronutrients by pineapple 'Pérola' followed the order: K > N > Ca > Mg > S > P, with accumulated amounts to 364 DAP of: 9.9; 5.5; 2.0; 1.2; 0.9 and 0.8 g plant<sup>-1</sup>, respectively. N, P, K and Mg are the macronutrients accumulated in greater amounts in older leaves, while Ca and S are more accumulated in the stem.

**KEYWORDS:** *Ananas comosus* comosus L., accumulation of nutrients, mineral nutrition.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Precipitação pluviométrica mensal registrada no município de Itapororoca, durante a condução do experimento.....	7
<b>Figura 2</b> – Acúmulo de matéria seca na raiz (A), caule (B), folhas velhas (C), intermediária (D), novas (E) e planta inteira (F) de abacaxizeiros ‘Pérola’ no período entre 120 e 364 DAP.....	10
<b>Figura 3</b> – Acúmulos de N na raiz (A), caule (B), folhas velhas (C), intermediária (D), novas (E) e planta inteira (F) de abacaxizeiros ‘Pérola’ no período entre 120 e 364 DAP.....	13
<b>Figura 4.</b> Acúmulos percentuais de N, P, K, Ca, Mg e S na raiz, caule, folhas velhas, intermediária e novas de abacaxizeiros ‘Pérola’ aos 364 DAP.....	15
<b>Figura 5</b> – Acúmulos de P na raiz (A), caule (B), folhas velhas (C), intermediária (D), novas (E) e planta inteira (F) de abacaxizeiros ‘Pérola’ no período entre 120 e 364 DAP.....	16
<b>Figura 6</b> – Acúmulos de K na raiz (A), caule (B), folhas velhas (C), intermediária (D), novas (E) e planta inteira (F) de abacaxizeiros ‘Pérola’ no período entre 120 e 364 DAP.....	17
<b>Figura 7</b> – Acúmulos de Ca na raiz (A), caule (B), folhas velhas (C), intermediária (D), novas (E) e planta inteira (F) de abacaxizeiros ‘Pérola’ no período entre 120 e 364 DAP.....	19
<b>Figura 8</b> – Acúmulos de Mg na raiz (A), caule (B), folhas velhas (C), intermediária (D), novas (E) e planta inteira (F) de abacaxizeiros ‘Pérola’ no período entre 120 e 364 DAP.....	20
<b>Figura 9</b> – Acúmulos de S na raiz (A), caule (B), folhas velhas (C), intermediária (D), novas (E) e planta inteira (F) de abacaxizeiros ‘Pérola’ no período entre 120 e 364 DAP.....	22

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Análise química e física do solo, na camada 0-20 cm, antes da instalação do experimento.....	8
<b>Tabela 2</b> – Estimativa dos parâmetros dos modelos de regressão ajustados para os acúmulos de macronutrientes nas partes morfológicas raiz, caule, folhas velhas (ABC), intermediária (D), jovens (E e F) e planta inteira, de abacaxizeiros ‘Pérola’ durante a fase vegetativa.....	12

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	ix
<b>SUMÁRIO</b> .....	x
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	3
2.1. Abacaxizeiro: aspectos botânicos e edafoclimáticos .....	3
2.2. Aspectos nutricionais do abacaxizeiro .....	5
2.3. Marcha de absorção de nutrientes .....	6
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	7
<b>4. RESULTADOS E DISCURSSÃO</b> .....	10
4.1. Matéria seca.....	10
4.2. Nitrogênio.....	13
4.3. Fósforo .....	15
4.4. Potássio.....	16
4.5. Cálcio.....	18
4.6. Magnésio.....	20
4.7. Enxofre.....	21
<b>5. CONCLUSÕES</b> .....	23
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	24

## 1. INTRODUÇÃO

O abacaxizeiro (*Ananas comosus comosus* L.) é a terceira principal fruteira tropical cultivada no mundo, sendo o Brasil um dos maiores produtores mundiais, com produção de 1,7 bilhões de frutos, numa área colhida de 65,2 mil ha (IBGE, 2015). O estado da Paraíba é o segundo maior produtor nacional, com uma produção de 294 milhões de frutos, o que corresponde a 16,8% da produção nacional, ficando atrás apenas do estado do Pará cuja produção é de 360 milhões de frutos (20,6% da produção nacional) (IBGE, 2015).

A região abacaxicultora do estado da Paraíba está concentrada nos municípios das microrregiões litorâneas, em áreas de Tabuleiros Costeiros, nas quais predominam solos de textura arenosa, ácidos e de baixa fertilidade natural (Rodrigues et al., 2010). A produção é feita basicamente por pequenos produtores (áreas < 5 ha), sem irrigação, utilizando-se a cultivar Pérola (Souza et al., 2007; Silva et al., 2012).

A adubação e a nutrição mineral estão entre os principais fatores que afetam os rendimentos agrícolas mundiais, fato agravado por se desconhecer as exigências nutricionais e a resposta das principais culturas de interesse econômico à adição de nutrientes (Silva et al., 2009). Assim, identificar as deficiências nutricionais no solo e determinar as quantidades adequadas de corretivos e fertilizantes a serem aplicadas consiste na forma mais simples e eficiente para se elevar os rendimentos agrícolas (Silva et al., 2012). Todavia, a otimização das doses de nutrientes dependem de fatores relacionados ao solo, clima, cultivar e manejo, havendo, portanto, a necessidade de se determinar doses de nutrientes para condições específicas.

A adubação e a nutrição mineral afetam diretamente o crescimento, o estado nutricional, a produção e a qualidade do abacaxizeiro (Silva, 2006; Silva et al., 2009). No entanto, apesar da importância sócio-econômica da cultura para o estado da Paraíba, existem poucas informações sobre adubação e nutrição mineral do abacaxizeiro geradas nos municípios da microrregião do Litoral Norte, onde se concentram os principais municípios produtores. Não se dispõe, por exemplo, de curvas de resposta para a cultura em função de doses de nutrientes, assim como há poucos dados que permitam associar doses de nutrientes com o estado nutricional das plantas (Spironello et al., 2004; Guarçoni M. & Ventura, 2011).

Assim, a maioria das recomendações de adubação são baseadas na importação e adaptação de informações geradas em outras regiões produtoras e se limitam a utilização de

fórmulas químicas comerciais, a exemplo de 22-00-29, 22-00-22 e 20-10-20. As análises de solo e de plantas são pouco utilizadas, bem como a calagem e a utilização de enxofre e micronutrientes (Silva, 2006; Silva et al., 2009).

O conhecimento sobre a absorção de nutrientes durante o ciclo fenológico do abacaxizeiro e sua acumulação nos componentes morfológicos torna-se necessário para determinar a fase de máxima absorção por estes componentes e embasar o estabelecimento de práticas de manejo e recomendações de adubação mais criteriosas (Pegoraro et al., 2014).

Pelo exposto este trabalho objetivou avaliar a marcha de absorção de macronutrientes pelo abacaxizeiro 'Pérola', durante a fase de crescimento vegetativo, em solos de Tabuleiros Costeiros do estado da Paraíba.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Abacaxizeiro: aspectos botânicos e edafoclimáticos

O abacaxizeiro é uma monocotiledônea herbácea perene, de clima tropical e hábito terrestre, pertencente à família das Bromeliaceae, originário das regiões tropicais da América Central e do Sul, ou ainda das regiões central e sul do Brasil (Giacomelli, 1982; Cunha e Cabral, 1999).

Com exceção dos estados de São Paulo e Minas Gerais que cultiva ‘Smooth Cayenne’, a produção de abacaxi no país está baseada na cultivar Pérola, adaptado às condições de clima e solo e com maior aceitabilidade no mercado consumidor (Rodrigues, 2005). Esta cultivar caracteriza-se por apresentar plantas de porte médio e eretas, com folhas longas e providas de espinhos, pedúnculos longos, numerosas mudas do tipo filhote e poucos rebentões. O fruto é cônico, de casca amarelada, polpa branca, pouco ácida, suculenta, saborosa, com coroa grande e peso médio entre 1,0 e 1,5 kg (Lima *et al.*, 2002).

O abacaxizeiro é composto pelas seguintes partes morfológicas: raiz, caule (talo), gemas axilares, folhas (tipo A, B, C, D, E e F), pedúnculo, mudas (tipo filhote, rebentão e filhote-rebentão) e infrutescência (Cunha e Cabral, 1999).

As raízes são do tipo adventícias, divididas em dois tipos: axilares (nas axilas das folhas) e subterrâneas (na porção inferior do caule); o caule é curto, grosso e muito fibroso, circundado por folhas em forma de canaleta. As folhas são rígidas, cerosas na superfície e protegidas por pêlos, algumas podendo apresentar espinhos; o pedúnculo é a parte que se desenvolve como um prolongamento do caule e sustenta a inflorescência e, posteriormente o fruto; a infrutescência é do tipo sorose, formado por frutos simples do tipo baga, em espiral sobre um eixo central, que é a continuação do pedúnculo; no topo do fruto surge a coroa que também é uma extensão do pedúnculo (Cunha e Cabral, 1999).

O ciclo fenológico do abacaxizeiro possui três fases distintas: a fase de crescimento vegetativo, que vai do plantio à iniciação floral, seja ela natural ou induzida artificialmente, e que tem duração entre 8 a 12 meses; a fase reprodutiva ou de formação do fruto, com duração de 5 a 6 meses, e a fase propagativa ou de formação de mudas (filhotes, filhote-rebentão e rebentões) que se sobrepõe a segunda (Crestani *et al.*, 2010).

O abacaxizeiro apesar de ser rústico e resistente às condições adversas, requer faixas ótimas dos fatores ambientais, para expressar seu potencial produtivo e tornar a exploração economicamente viável (Cunha, 1999).

Os solos adequados para o cultivo do abacaxizeiro devem apresentar acidez de leve a moderada (pH de 4,5 a 5,5), textura média ou arenosa, não sujeitos a encharcamentos, de preferência planos ou com pouca declividade e com profundidade do lençol freático superior a 0,90 m (Reinhardt et al, 2000).

O abacaxizeiro é bastante influenciado pelas condições climáticas, principalmente pela temperatura. A faixa ótima para o crescimento de raízes e folhas está compreendida entre 22 e 32°C, sendo a planta bastante afetada quando a temperatura está fora desse intervalo. Temperaturas maiores do que 40 °C resultam em queima das folhas e dos frutos, enquanto que menores que 5 °C prejudicam o alongamento das raízes, das folhas e retardam o crescimento (Malézieux et al., 2002).

O consumo de água pelo abacaxizeiro depende além das condições climáticas, do seu estágio de desenvolvimento e da umidade do solo, e deve variar de 1,3 a 5,0 mm dia<sup>-1</sup>. Assim um cultivo comercial de abacaxizeiro exige, em geral, uma quantidade de água equivalente a uma precipitação mensal de 60 a 150 mm (Almeida et al., 2002). Precipitações de 1.200 a 1.500 mm anuais, bem distribuídas, são consideradas adequadas para a cultura. Além de possibilitar maior produtividade, o suprimento de água proporciona também melhor qualidade dos frutos. Dessa forma, em regiões que apresentam períodos secos prolongados, a prática da irrigação torna-se indispensável (Reinhardt et al., 2000).

A umidade relativa do ar também é importante, uma vez que mudanças súbitas podem causar fendilhamento na inflorescência e no fruto (Cunha, 1999). A umidade relativa do ar ótima é de no mínimo 70%, embora a planta suporte bem às variações desse fator climático. Contudo, períodos de umidade muito baixa (menor que 50%) podem causar fendilhamento e rachaduras de frutos durante a maturação (Reinhardt et al., 2000).

A luminosidade também exerce ação importante na abacaxicultura, pois influencia o crescimento vegetativo, a produção e a qualidade dos frutos. Baixa insolação no mês que antecede a colheita resulta em frutos menores, baixo teor de açúcares e acidez elevada. Por outro lado, a luminosidade intensa pode causar queima solar e depreciar o fruto. A quantidade ideal de iluminação para a cultura oscila entre 2.500 e 3.000 horas ano<sup>-1</sup> (Cunha, 1999).

## 2.2 Aspectos nutricionais do abacaxizeiro

As generalizações feitas em relação à baixa exigência nutricional do abacaxizeiro e sua capacidade para produzir satisfatoriamente, mesmo em solos de baixa fertilidade, são improcedentes, haja vista que o cultivo sucessivo de uma mesma área, sem a reposição adequada dos nutrientes removidos pela cultura, pode resultar, ao longo dos anos, em reduções na produção (Silva et al., 2009).

Embora o Brasil seja considerado um dos maiores produtores mundiais de abacaxi, as informações referentes à adubação e nutrição mineral do abacaxizeiro foram geradas durante as décadas de 60 e 70, nas condições edafoclimáticas das ex-colônias francesas no continente africano (Silva, 2006). Tais informações têm orientado e embasado grande parte das pesquisas realizadas com a cultura, nas principais regiões produtoras, havendo, no entanto, predomínio na quantidade das informações para cultivares do grupo Cayenne (Rodrigues et al., 2010).

Apesar da importância da abacaxicultura para o agronegócio nacional, há poucas informações disponíveis sobre os aspectos nutricionais nas diferentes regiões produtoras do país, caracterizando-se lacunas a serem preenchidas pela pesquisa no sentido de orientar o manejo nutricional da cultura (Silva et al., 2009). A maioria dos trabalhos se refere às adubações NPK e seus efeitos na qualidade dos frutos (Rodrigues, 2005).

As respostas do abacaxizeiro às doses de nutrientes são bastante divergentes na literatura, embora haja consenso de que a exploração econômica da cultura depende de um programa adequado de adubação, contemplando o fornecimento dos nutrientes em quantidades, épocas e fontes adequadas, previamente definidas de acordo com os objetivos da produção (Teixeira et al., 2002; Spironello et al., 2004; Silva, 2006; Silva et al., 2009).

Nas principais regiões produtoras de abacaxi no mundo, incluindo o Brasil, verifica-se que, na maioria das situações, as recomendações têm variado de 6 a 10 g planta<sup>-1</sup> de N, 1 a 4 g planta<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 4 a 15 g planta<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Silva, 2006). A calagem não tem promovido, em geral, efeitos positivos sobre a produção de abacaxi, embora tenha resultado efeito benéfico na utilização de K pela cultura, principalmente em solos ácidos e pobres em Ca e Mg (Paula et al., 1991; Veloso et al., 2001). A resposta do abacaxizeiro aos micronutrientes e ao S tem sido pouco estudada em ensaios de adubação realizados tanto no Brasil, quanto no exterior (Buzetti et al., 1986; Rodrigues, 2005).

### 2.3 Marcha de absorção de nutrientes

As quantidades de nutrientes absorvidas pelo abacaxizeiro são elevadas e dependem além dos fatores edafoclimáticos, da densidade de plantio, do manejo adotado, do destino da produção, da produtividade esperada e da cultivar utilizada (Malézieux & Bartholomew, 2003; Silva, 2006).

Estimativas feitas por Paula et al. (1985), para produtividade de 41,0 t ha<sup>-1</sup> com a cultivar Pérola, revelaram as seguintes quantidades extraídas, em kg ha<sup>-1</sup>: 1.234 de K; 253 de Ca; 238 de N; 157 de Mg; 17 de S; 13,5 de P. Em trabalho com a cultivar ‘Vitória’, Pegoraro et al. (2014), para a produção de 72 t ha<sup>-1</sup>, encontrou as seguintes quantidades extraídas em kg ha<sup>-1</sup>: 898 de K, 452 de N, 134 de S, 129 de Ca, 126 de Mg e 107 de P.

Em geral, as maiores quantidades de nutrientes acumuladas encontram-se nas folhas. As quantidades exportadas também são relativamente altas e referem-se àquelas imobilizadas nos frutos e nos órgãos propagativos (coroas e mudas do tipo filhote, filhote rebentão e rebentões) (Malézieux & Bartholomew, 2003). O acúmulo de N, P e K é, em geral, baixo nos três primeiros meses, sendo observados maiores incrementos entre o sexto e o nono mês após o plantio. No décimo quinto mês, os valores são superiores a 70 %, passando a declinar de forma acentuada no estágio de maturação dos frutos (Py et al., 1984). De acordo com França (1976) o abacaxizeiro ‘Pérola’ tem maior exigência de N, P e K entre os 300 e 330 DAP.

A demanda nutricional do abacaxizeiro ‘Pérola’ se mostrou superior a do abacaxizeiro ‘Smooth Cayenne’ devido às diferenças no acúmulo de matéria seca e de nutrientes, nas suas partes morfológicas (Silva, 2006). Rodrigues et al. (2010) observou maior desenvolvimento vegetativo da cultivar Pérola em relação a ‘Smooth Cayenne’ nas condições edafoclimáticas de Santa Rita, estado da Paraíba.

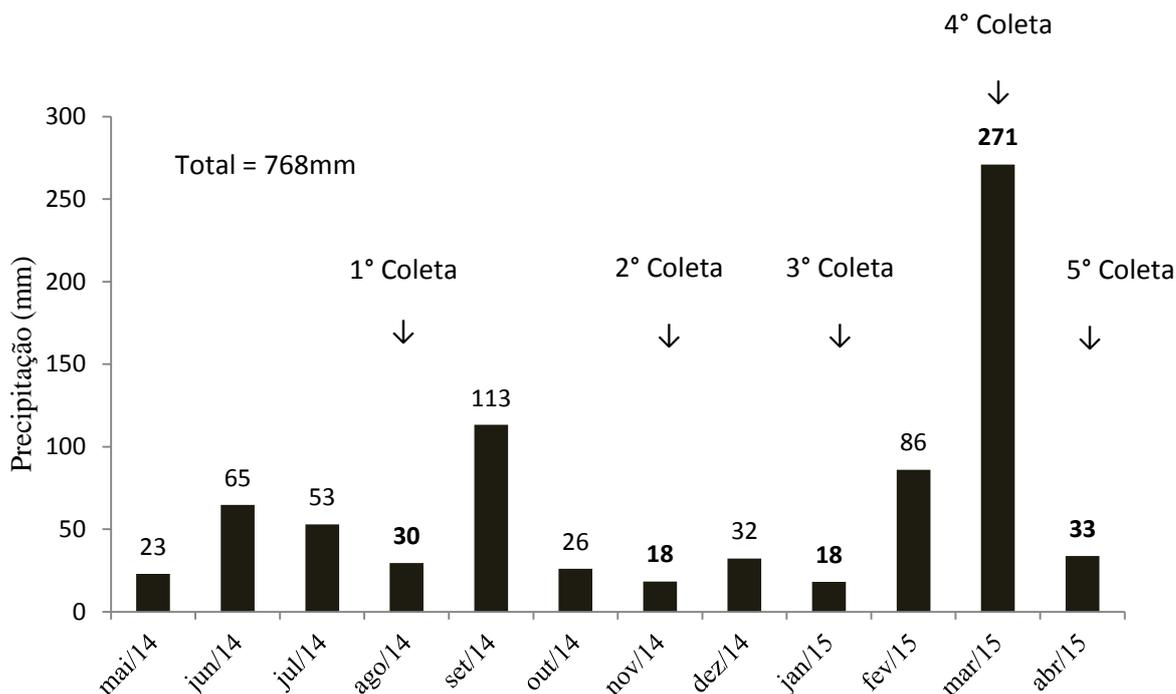
A de absorção de nutrientes pelo abacaxizeiro é pequena nos primeiros três meses após o plantio e se intensifica após este período até a floração (França, 1976). Os macronutrientes móveis (N, P, K e Mg) têm seu ponto de acúmulo máximo em períodos que antecedem a floração, indicando que a adubação com estes nutrientes deve ser realizada nos períodos que antecedem o florescimento (Pegoraro et al, 2014).

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Quandu, localizada no município de Itapororoca, microrregião do Litoral Norte, o qual está definido pelas seguintes coordenadas geográficas: 6° 48' 27,5" S, 35° 1' 51,5" W e altitude de 81 m.

O clima predominante é do tipo As' (quente e úmido), com chuvas de outono-inverno, temperatura média entre 22 e 26° C e precipitação pluviométrica de 1.500 mm anuais (BRASIL, 1972). Na figura 1 constam os dados de precipitação pluviométrica registrados durante o experimento.

O solo da área experimental está classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (EMBRAPA, 2006). Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo na camada de 0-20 cm, para fins de caracterização química (Tedesco et al., 1995) e física (EMBRAPA, 1997), cujos resultados são apresentados nas Tabelas 1.



**Figura 1.** Precipitação pluviométrica mensal, registrada no município de Itapororoca, durante a condução do experimento. Fonte: AESA (2016)

**Tabela 1.** Caracterização química e física do solo da área experimental, na camada de 0-20 cm, antes da instalação do experimento

Atributo	Profundidade (m)
	<b>0-0,2</b>
pH em H <sub>2</sub> O	5,60 M <sup>(1)</sup>
P (mg dm <sup>-3</sup> )	30,6 A <sup>(1)</sup>
K (mg dm <sup>-3</sup> )	396 A <sup>(1)</sup>
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,18 Bx <sup>(2)</sup>
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,73 M <sup>(2)</sup>
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,00 B <sup>(1)</sup>
H + Al (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,50 Bx <sup>(2)</sup>
SB (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,93 M <sup>(2)</sup>
CTC Efetiva (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,93 B <sup>(1)</sup>
CTC a pH 7,0 (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,43 M <sup>(2)</sup>
V (%)	54,0 M <sup>(1)</sup>
MO (dag kg <sup>-1</sup> )	1,52 M <sup>(1)</sup>
S (mg dm <sup>-3</sup> )	14,2 M <sup>(2)</sup>
B (mg dm <sup>-3</sup> )	0,60 M <sup>(2)</sup>
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	0,10 B <sup>(1)</sup>
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	10,7 M <sup>(1)</sup>
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	15,1 B <sup>(1)</sup>
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	1,91 M <sup>(1)</sup>
Densidade do solo (g cm <sup>-3</sup> )	1,38
Areia (dag kg <sup>-1</sup> )	84,9
Silte (dag kg <sup>-1</sup> )	8,80
Argila (dag kg <sup>-1</sup> )	6,30
Classe Textural	Areia Franca

<sup>(1)</sup> B = Baixo; M = Médio; e A = Alto. Fonte: Siqueira (2007).

<sup>(2)</sup> MBx = muito baixo; Bx = baixo; M = médio; B = bom; MB = muito bom. Fonte: Ribeiro et al. (1999).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com os tratamentos arrançados em esquema fatorial  $6 \times 5$  e três repetições. Os fatores estudados foram seis partes da planta [(raiz, caule, folhas velhas (A, B e C), intermediária (D), jovens (E e F) e planta inteira)] e cinco épocas de coletas (120, 197, 257, 334 e 364 dias após o plantio - DAP). A unidade experimental constou de uma fileira dupla de 76 plantas, considerando-se como área útil apenas as 64 plantas centrais da fileira.

O preparo do solo constou de incorporação de restos culturais do ciclo anterior, duas gradagens cruzadas e abertura dos sulcos de plantio. Utilizaram-se mudas do tipo filhote da cultivar Pérola, previamente selecionadas e padronizadas quanto ao peso e tamanho, e tratadas quimicamente com Parathion metílico a 0,1% do princípio ativo. As mudas foram plantadas no sistema de fileira duplas, no espaçamento de  $0,90 \times 0,35 \times 0,35$  m, resultando numa população de 45.714 plantas ha<sup>-1</sup>.

Durante o ciclo da cultura foram aplicadas as seguintes doses de nutrientes: 370 kg ha<sup>-1</sup> de N e K e 135 kg ha<sup>-1</sup> de P. A dose de P foi aplicada de forma localizada no

fundo do sulco, por ocasião do plantio, enquanto que as doses de N e K foram parceladas equitativamente em duas aplicações aos 120 e aos 300 DAP. Utilizaram-se as seguintes fontes de nutrientes: N – ureia (45 % de N); P - superfosfato simples (18% de  $P_2O_5$  16% de Ca e 8% de S); K - cloreto de potássio (60 % de  $K_2O$ ).

Para avaliar a marcha de absorção de macronutrientes, coletou-se, em cada época de coleta, uma planta de cada unidade experimental. Após coletadas, procedeu-se a separação das partes morfológicas: raiz, caule, folhas velhas (A, B e C), intermediária (D) e jovens (E e F). Em seguida, as respectivas partes foram pesadas, obtendo-se a matéria fresca de cada parte morfológica, e retirada uma amostra para determinação da umidade e dos teores de macronutrientes.

As amostras foram levadas para laboratório, lavadas e secas em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, durante 72 h, até peso constante; após secagem, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey (peneira com diâmetro de malha 1,0 mm).

Das referidas amostras foram retiradas sub-amostras para determinação dos teores dos macronutrientes N, P, K, Ca, Mg e S (Tedesco et al., 1995). As determinações foram realizadas nos extratos, após digestão sulfúrica (N) e nitro-perclórica (P, K, Ca, Mg e S). O N foi determinado pelo método Kjeldahl, o P por colorimetria e o K por fotometria de emissão de chama. Os teores de Ca, Mg e S foram obtidos por espectrofotometria de absorção atômica.

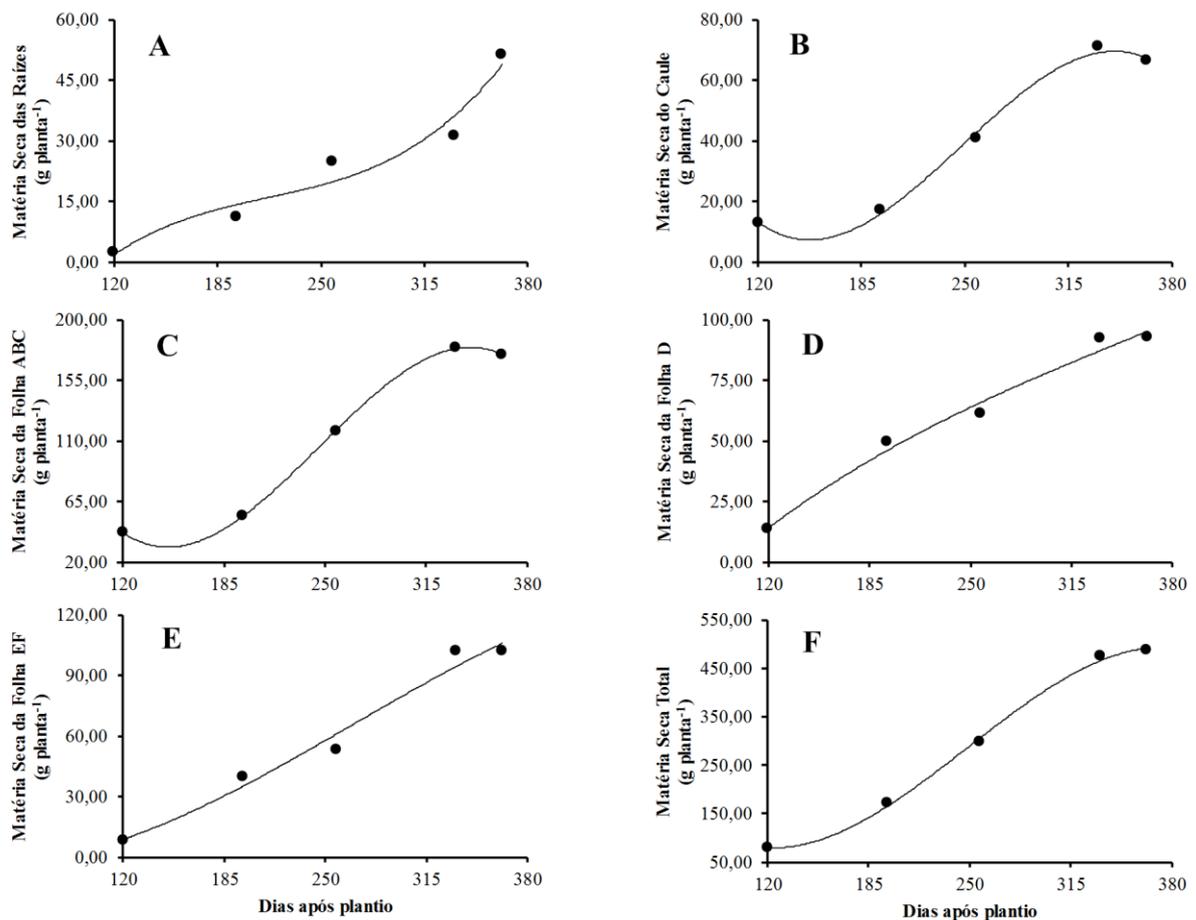
O acúmulo de nutrientes, para cada um dos respectivos componentes morfológicos da planta e nas respectivas épocas de coleta, foi calculado multiplicando-se o teor de nutrientes pela respectiva quantidade de matéria seca da parte morfológica avaliada.

Os dados foram submetidos às análises de variância e de regressão polinomial, considerando o ajuste de terceiro grau (sigmoidal), utilizando-se o programa estatístico Sisvar® (Ferreira, 2011).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Matéria seca

Na figura 2 encontram-se os dados de acúmulos de matéria seca das diferentes partes morfológicas e da planta inteira (MST) entre os 120 e 334 dias após o plantio (DAP). Verifica-se que houve incremento percentual lento entre os 120 e 197 DAP para raiz (17,6%), caule (7%), folhas velhas (8,9%) e na planta inteira (22,7%); no entanto, as folhas intermediárias e jovens tiveram nesse período desenvolvimento relativamente superior (45,3% e 34%, respectivamente) às demais partes. Esses resultados condizem com os obtidos por França (1976) ao observar acúmulo lento da matéria seca em todas as partes do abacaxizeiro ‘Pérola’ nos primeiros 210 DAP.



**Figura 2.** Acúmulo de matéria seca na raiz (A), caule (B), folhas velhas (C), intermediária (D), novas (E) e planta inteira (F) de abacaxizeiros ‘Pérola’ no período entre 120 e 364 DAP

Observou-se ainda que houve maior acúmulo de matéria seca em todas as partes da planta no intervalo entre 197 e 334 DAP, com os seguintes incrementos percentuais: raiz 41,4%, caule 93%, folhas velhas 91,1%, folha D 54,1%, folhas jovens 65,9% e planta inteira 74,5%. No intervalo entre 334 e 364 DAP, entretanto, houve estabilização do acúmulo em todas as partes, com exceção da raiz que teve incremento de 41% nesse período. Isso se deve ao surgimento de raízes adventícias, as quais são essenciais para a fixação da planta e absorção de nutrientes na fase reprodutiva. Deve-se também provavelmente a maior precipitação pluviométrica, o que teria proporcionado maior crescimento das raízes (Figura 2). Em trabalho conduzido com as cultivares ‘Pérola’ e ‘Smooth Cayenne’, no município de Santa Rita-PB, Rodrigues (2005) observou que a matéria seca das raízes acentuou-se entre o 180 e 240 DAP, período este de maior precipitação pluviométrica.

O acúmulo máximo de matéria seca na fase vegetativa foi de 487 g planta<sup>-1</sup> aos 364 DAP. Desse total, 11% foram acumulados nas raízes, 14% no caule, 36% nas folhas velhas (ABC), 19% nas folhas intermediárias (D) e 21% nas folhas jovens (E e F). Avaliando o crescimento e o rendimento do abacaxizeiro ‘Pérola’ nas condições climáticas de Tabuleiros Costeiros paraibanos, Souza et al. (2007) observou, na fase de crescimento vegetativo, acúmulo máximo de 411 g planta<sup>-1</sup>, o que representa uma redução de 16% em relação ao acúmulo obtido nesse trabalho.

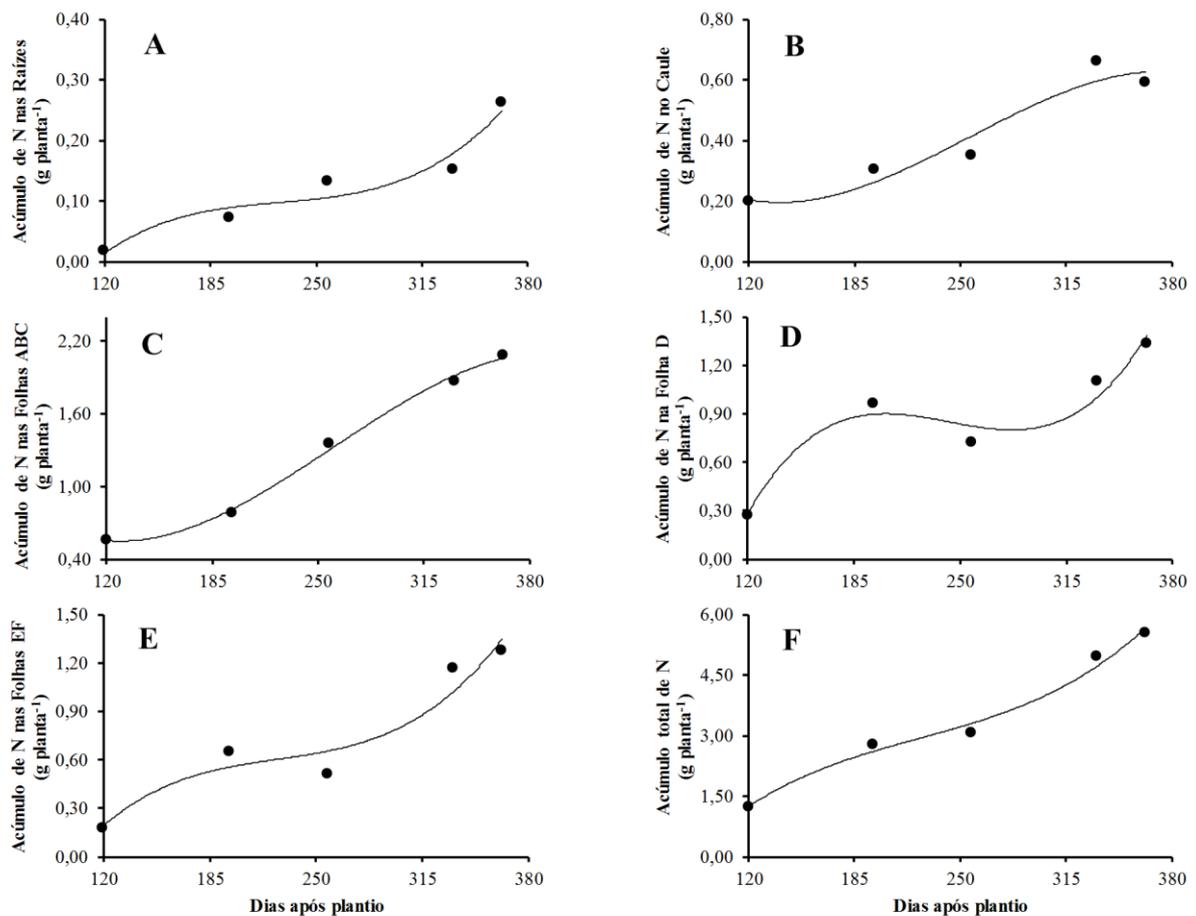
**Tabela 2.** Estimativa dos parâmetros dos modelos de regressão ajustados para o acúmulo de macronutrientes nas partes morfológicas raiz, caule, folhas velhas (ABC), intermediária (D), jovens (E e F) e planta inteira, de abacaxizeiros ‘Pérola’, durante a fase vegetativa

Parte da planta	Equação	R <sup>2</sup>
Matéria Seca		
Raiz	$\hat{y} = 62,27 + 0,885x - 0,003x^2 + 5,463x^3$	0,94°
Caule	$\hat{y} = 188,266 - 2,785x + 0,013x^2 - 0,000018x^3$	0,99**
Folhas ABC	$\hat{y} = 425,4 - 6,189x + 0,029x^2 - 0,00004x^3$	0,99**
Folhas D	$\hat{y} = -59,139 + 0,759x - 0,001x^2 + 1,295x^3$	0,99*
Folhas EF	$\hat{y} = 1,048 - 0,0169x + 0,002x^2 - 0,0000029x^3$	0,98*
Total	$\hat{y} = 493,33 - 7,499x + 0,04x^2 - 0,00005x^3$	0,99**
Nitrogênio		
Raiz	$\hat{y} = -0,48 + 0,007x - 0,000031x^2 + 4,563x^3$	0,94°
Caule	$\hat{y} = 0,9 - 0,011x + 0,000056x^2 - 0,000000073x^3$	0,93 $\Delta$
Folhas ABC	$\hat{y} = 2,068 - 0,026x + 0,0001x^2 - 0,00000018x^3$	0,99**
Folhas D	$\hat{y} = -4,889 + 0,075x - 0,0003x^2 + 0,00000043x^3$	0,96°
Folhas EF	$\hat{y} = -2,16 + 0,034x - 0,00014x^2 + 0,00000021x^3$	0,93°
Total	$\hat{y} = -2,16 + 0,034x - 0,0001x^2 + 0,00000021x^3$	0,93°
Fósforo		
Raiz	$\hat{y} = -0,059 + 0,0007x - 0,0000027x^2 + 0,0000000035x^3$	0,94°
Caule	$\hat{y} = 0,261 - 0,0036x + 0,000017x^2 - 0,000000024x^3$	0,99*
Folhas ABC	$\hat{y} = 0,99 - 0,014x + 0,000064x^2 - 0,000000088x^3$	0,99**
Folhas D	$\hat{y} = -0,185 + 0,003x - 0,000011x^2 + 0,000000014x^3$	0,96°
Folhas EF	$\hat{y} = 0,22 - 0,003x + 0,000016x^2 - 0,000000019x^3$	0,92 $\Delta$
Total	$\hat{y} = 1,32 - 0,018x + 0,00009x^2 - 0,000000125x^3$	0,98*
Potássio		
Raiz	$\hat{y} = -0,23 + 0,003x - 0,00001x^2 + 0,000000018x^3$	0,96°
Caule	$\hat{y} = 2,22 - 0,031x + 0,00015x^2 - 0,00000002x^3$	0,87 $\square$
Folhas ABC	$\hat{y} = 6,973 - 0,095x + 0,0005x^2 - 0,00000006x^3$	0,99**
Folhas D	$\hat{y} = -4,97 + 0,077x - 0,0003x^2 + 0,00000004x^3$	0,93 $\Delta$
Folhas EF	$\hat{y} = 0,449 - 0,008x + 7,051x^2 - 0,000000089x^3$	0,91 $\Delta$
Total	$\hat{y} = 4,663 - 0,06x + 0,0004x^2 - 0,00000005x^3$	0,97*
Cálcio		
Raiz	$\hat{y} = -0,212 + 0,003x - 0,000013x^2 + 0,000000018x^3$	0,93°
Caule	$\hat{y} = 37,03 - 0,3x + 0,0009x^2 - 0,000000094x^3$	0,99**
Folhas ABC	$\hat{y} = 0,29 - 0,004x + 0,000027x^2 - 0,000000035x^3$	0,99**
Folhas D	$\hat{y} = -0,976 + 0,014x - 0,00006x^2 + 0,00000008x^3$	0,97*
Folhas EF	$\hat{y} = -0,836 + 0,012x - 0,000055x^2 + 0,000000083x^3$	0,99*
Total	$\hat{y} = -1,68 + 0,26x - 0,000099x^2 + 0,00000015x^3$	0,99**
Magnésio		
Raiz	$\hat{y} = -0,083 + 0,001x - 0,0000054x^2 + 0,000000007x^3$	0,99**
Caule	$\hat{y} = 0,105 - 0,001x + 0,0000077x^2 - 0,000000009x^3$	0,99*
Folhas ABC	$\hat{y} = 0,2 + 0,0035x - 0,000013x^2 + 0,00000002x^3$	0,99**
Folhas D	$\hat{y} = -0,45 + 0,007x - 0,000028x^2 + 0,00000004x^3$	0,97*
Folhas EF	$\hat{y} = -0,32 + 0,005x - 0,000019x^2 + 0,00000003x^3$	0,99**
Total	$\hat{y} = -0,92 + 0,01x - 0,000058x^2 + 0,00000009x^3$	0,99**
Enxofre		
Raiz	$\hat{y} = -0,107 + 0,0016x - 0,0000066x^2 + 0,0000000095x^3$	0,91 $\Delta$
Caule	$\hat{y} = 1,32 - 0,02x + 0,000085x^2 - 0,00000001x^3$	0,99*
Folhas ABC	$\hat{y} = 0,185 - 0,0023x + 0,0000124x^2 - 0,000000015x^3$	0,98*
Folhas D	$\hat{y} = -0,342 + 0,005x - 0,000022x^2 + 0,00000003x^3$	0,99*
Folhas EF	$\hat{y} = -0,03 + 0,0005x - 0,0000013x^2 + 0,0000000033x^3$	0,94°
Total	$\hat{y} = 1,095 - 0,014x + 0,000069x^2 - 0,000000085x^3$	0,99*

\*\* , \* , o ,  $\Delta$  ,  $\square$ : significativo a: 1, 5, 10, 15, 20 %, respectivamente.

## 4.2. Nitrogênio

A absorção de N pela raiz do abacaxizeiro foi lenta (22,3%) entre 120 e 197 DAP, o que se deveu ao baixo acúmulo de matéria seca nesse período. Contudo, entre 197 e 334 DAP e dos 334 aos 364 DAP, houve aumento na absorção do nutriente (32,7% e 45,1% respectivamente), obtendo-se acúmulo máximo de 0,26 g de N planta<sup>-1</sup> aos 364 DAP (Figura 3). De acordo com Malézieux e Bartholomew (2003), a marcha de absorção de N pelo abacaxizeiro é relativamente baixa nos primeiros três meses após o plantio, ocorrendo incremento nas taxas de acumulação entre o sexto e o nono mês, e o maior acúmulo entre 300 e 365 DAP. Pegoraro et al. (2014), em experimento com mudas micropropagadas da cultivar ‘Vitória’, observou que a absorção de macronutrientes foi baixa durante a fase inicial, e que houve acúmulo máximo de N nas raízes aos 660 DAP.



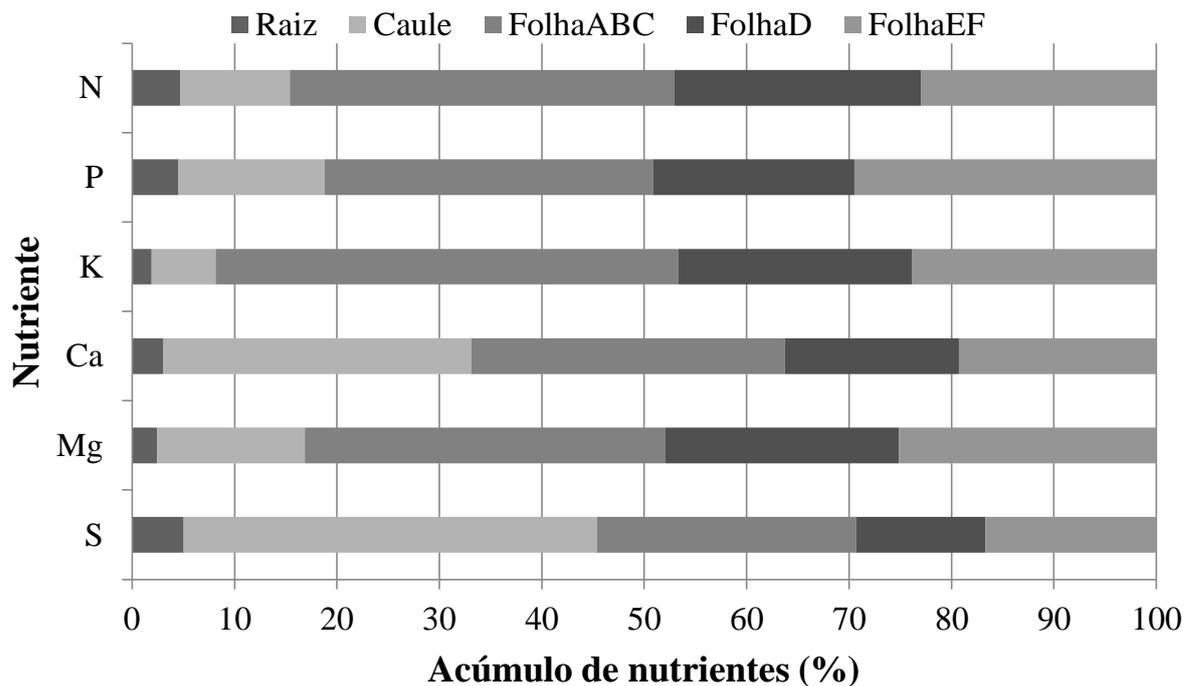
**Figura 3.** Acúmulos de N na raiz (A), caule (B), folhas velhas (C), intermediária (D), novas (E) e planta inteira (F) de abacaxizeiros ‘Pérola’ no período entre 120 e 364 DAP

Observou-se que o acúmulo de N entre 120 e 197 DAP também foi lento no caule e nas folhas velhas (22,8% e 14,4%, respectivamente), e que houve um maior incremento entre 197 e 334 DAP (77,2% no caule e 71,6% nas folhas velhas, respectivamente). O acúmulo máximo de 0,66 g no caule e 1,87 g nas folhas velhas ocorreu aos 334 DAP, observando-se a partir desse período estabilização no acúmulo de N nessas partes.

Diferentemente das partes morfológicas citadas anteriormente, a folha D apresentou o maior acúmulo de N durante a fase inicial (120 -197 DAP), com percentual de absorção de 65,2%, o que se deve ao maior teor de N nessa fase. O acúmulo manteve-se constante após os 197 DAP e apresentou ligeiro incremento entre 197 e 257 DAP devido ao aumento da matéria seca da folha D. Tais resultados corroboram com os observados por Rodrigues (2005) ao verificar decréscimo dos teores de N na folha D após os 120 DAP.

As folhas novas apresentaram acúmulos de 43 e 47,1% nos períodos entre 120-197 e 197-334 DAP, respectivamente, e acúmulo máximo de 1,28 g planta<sup>-1</sup> de N aos 364 DAP (Figura 3).

O acúmulo total de N pelo abacaxizeiro 'Pérola' na fase de crescimento vegetativo foi de 5,5 g planta<sup>-1</sup> aos 364 DAP, o que corresponde a aproximadamente 253 kg ha<sup>-1</sup>. Desse total, 5% foram acumulados nas raízes, 11% no caule, 38% nas folhas velhas (ABC), 24% nas folhas intermediárias (D) e 23% nas folhas jovens (E e F) (Figura 4).



**Figura 4.** Acúmulos percentuais de N, P, K, Ca, Mg e S na raiz, caule, folhas velhas, intermediária e novas de abacaxizeiros ‘Pérola’ aos 364 DAP

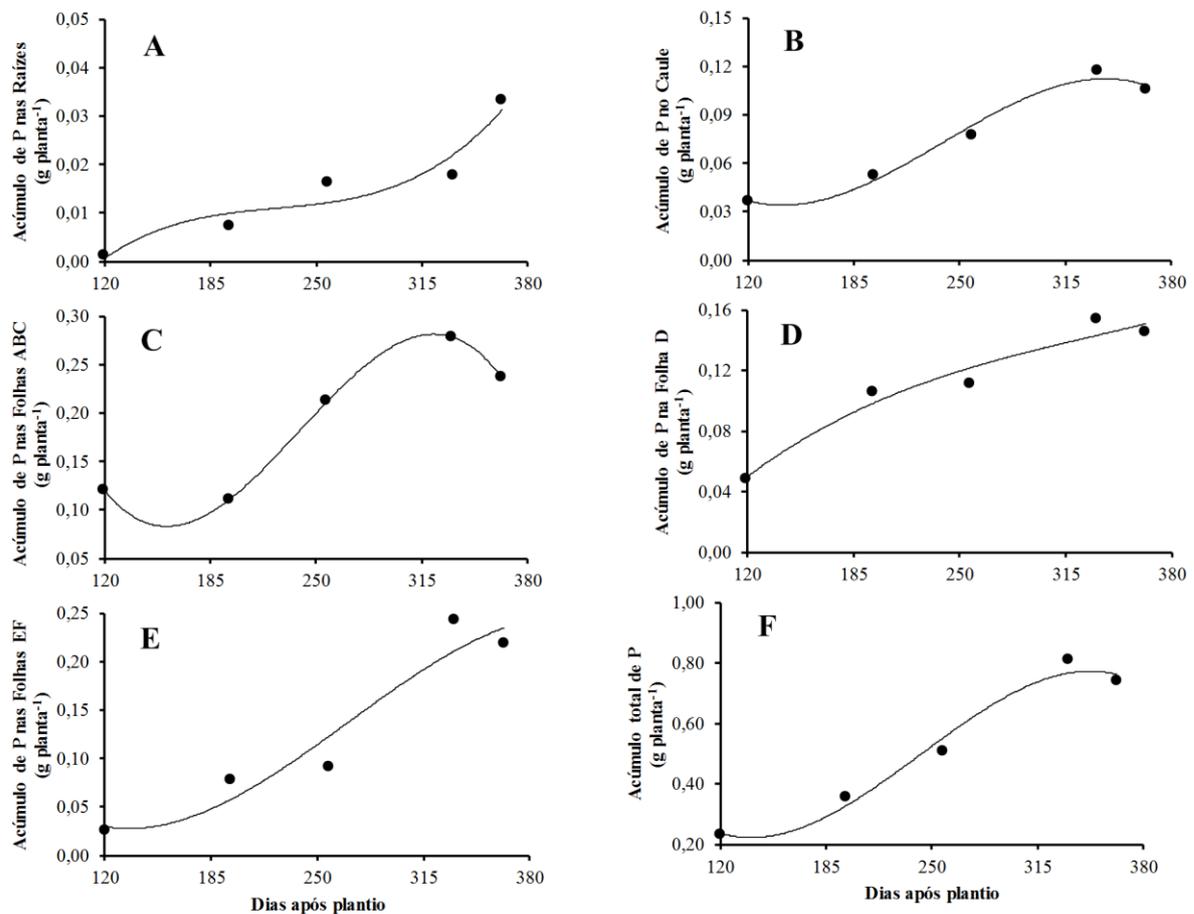
### 4.3. Fósforo

O padrão de acúmulo de P durante o crescimento vegetativo do abacaxizeiro ‘Pérola’ foi semelhante ao observado para o N, com maiores incrementos nas folhas velhas e na folha D (Figura 5).

O acúmulo de P foi lento durante a fase inicial (entre 120 e 197 DAP) em todas as partes morfológicas, ocorrendo intensificação entre 197 e 334 DAP. Para a raiz, entretanto, obteve-se maior acúmulo entre 334 e 364 DAP, com percentual de absorção de 48,2% e acúmulo máximo de  $0,03 \text{ g planta}^{-1}$ . Em estudo com a cultivar ‘Vitória’, Souza (2012) observou que o acúmulo de P nas folhas e raiz foi baixo na fase inicial de crescimento da planta, incrementou-se acentuadamente a partir dos 450 DAP, e decresceu no final do ciclo aos 660 DAP.

As folhas foram as partes morfológicas que apresentaram o maior acúmulo de P (82,6%), indicando a importância das mesmas no processo de redistribuição desse elemento para as partes reprodutivas.

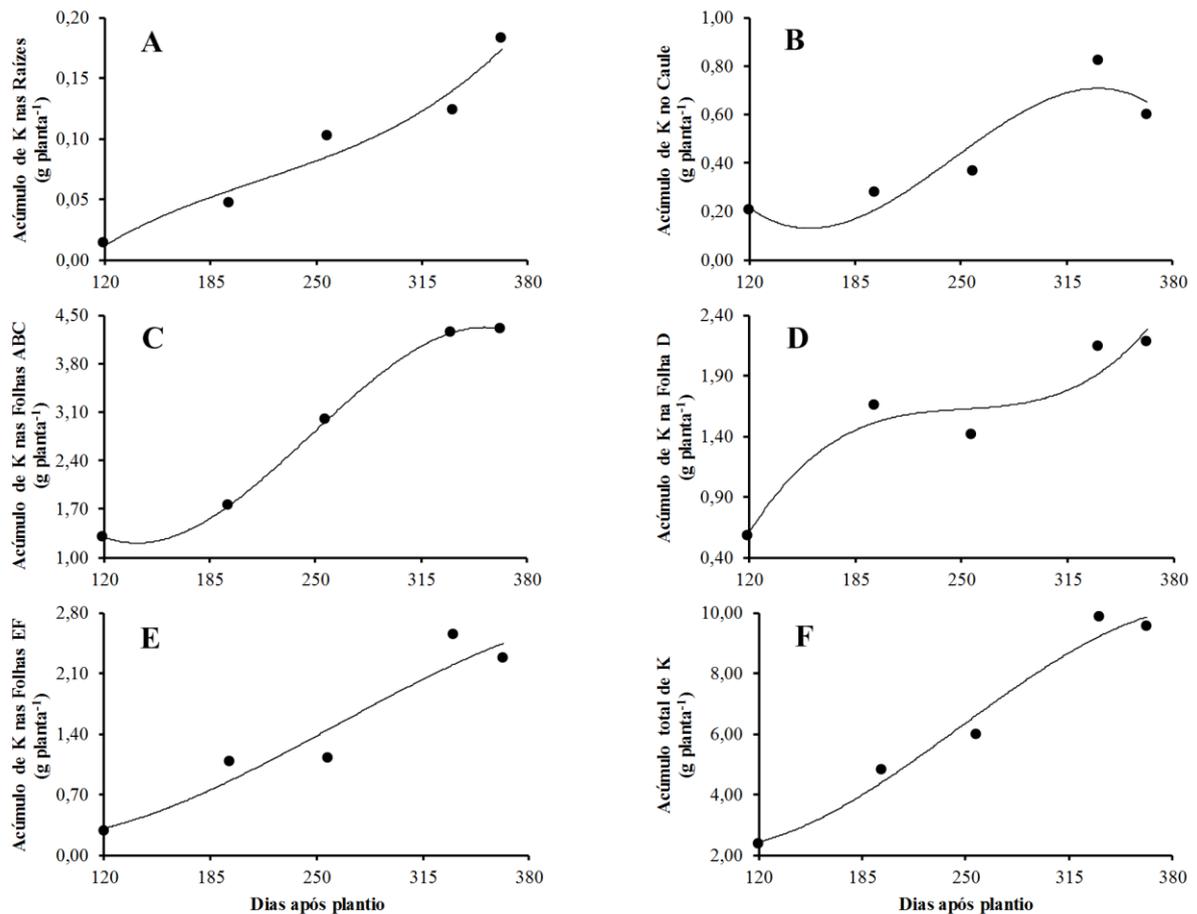
Na planta inteira, o acúmulo máximo de P foi de aproximadamente 0,8 g aos 334 DAP, equivalente a 37 kg ha<sup>-1</sup>. Desse total, 5% foram acumulados nas raízes, 14% no caule, 32% nas folhas velhas (ABC), 20% nas folhas intermediárias (D) e 30% nas folhas jovens (E e F) (Figura 4). De acordo com Pegoraro et al. (2014), o fósforo foi o macronutriente absorvido em menor quantidade pelo abacaxizeiro ‘Vitória’, com acúmulo máximo de 99 kg ha<sup>-1</sup> na planta inteira. Esse resultado é maior do que o observado neste trabalho, fato este, devido o abacaxizeiro ‘Vitória’ ser um híbrido, e portanto mais exigente em P do que a cultivar Pérola.



**Figura 5.** Acúmulos de P na raiz (A), caule (B), folhas velhas (C), intermediária (D), novas (E) e planta inteira (F) de abacaxizeiros ‘Pérola’ no período entre 120 e 364 DAP

#### 4.4. Potássio

O K foi o nutriente acumulado em maior quantidade pelo abacaxizeiro durante a fase vegetativa, o que pode ser justificado pela alta demanda da cultura (Teixeira et al., 2011), aliado ao alto teor no solo, e a fertilização potássica aplicada. Observou-se que o maior acúmulo ocorreu nas folhas velhas (ABC), tendo o acúmulo máximo ( $4,3 \text{ g planta}^{-1}$ ) aos 364 DAP (Figura 6). No período entre 120 e 197 DAP verificou-se acúmulo lento em relação ao K para todas as partes, com exceção da folha D, que teve um incremento de 67,2%, correspondente a  $1,1 \text{ g planta}^{-1}$ . Nesse período, apesar do decréscimo do teor foliar de K houve maior aumento no acúmulo de matéria seca da folha D (Figura 2).



**Figura 6.** Acúmulos de K na raiz (A), caule (B), folhas velhas (C), intermediária (D), novas (E) e planta inteira (F) de abacaxizeiros ‘Pérola’ no período entre 120 e 364 DAP

O acúmulo de K nas raízes e no caule foi comparativamente menor em relação ao observado nas folhas. Nestas as partes os acúmulos máximos foram de 0,18 g planta<sup>-1</sup> na raiz e 0,82 g planta<sup>-1</sup> no caule aos 364 e 334 DAP, respectivamente (Figura 6). Por outro lado, o maior incremento de K na planta inteira ocorreu no período de 197-334 DAP, com percentual de 70,5% (Figura 6).

O K normalmente tem menor efeito na produtividade do abacaxizeiro que o N, mas está altamente relacionado à qualidade de frutos (Spironello et al., 2004; Guarçoni & Ventura, 2011). De acordo com Teixeira et al. (2011), o K é o nutriente exigido em maiores quantidades pelo abacaxizeiro, sendo a maior demanda constatada no período que antecede a indução da floração (Pegoraro et al., 2014).

O acúmulo total de K na planta inteira foi de 9,9 g aos 334 DAP, o que equivale a aproximadamente 450 kg ha<sup>-1</sup>. Desse total, 2% foram acumulados nas raízes, 6% no caule, 45% nas folhas velhas (ABC), 23% nas folhas intermediárias (D) e 24% nas folhas jovens (E e F) (Figura 4).

#### 4.5. Cálcio

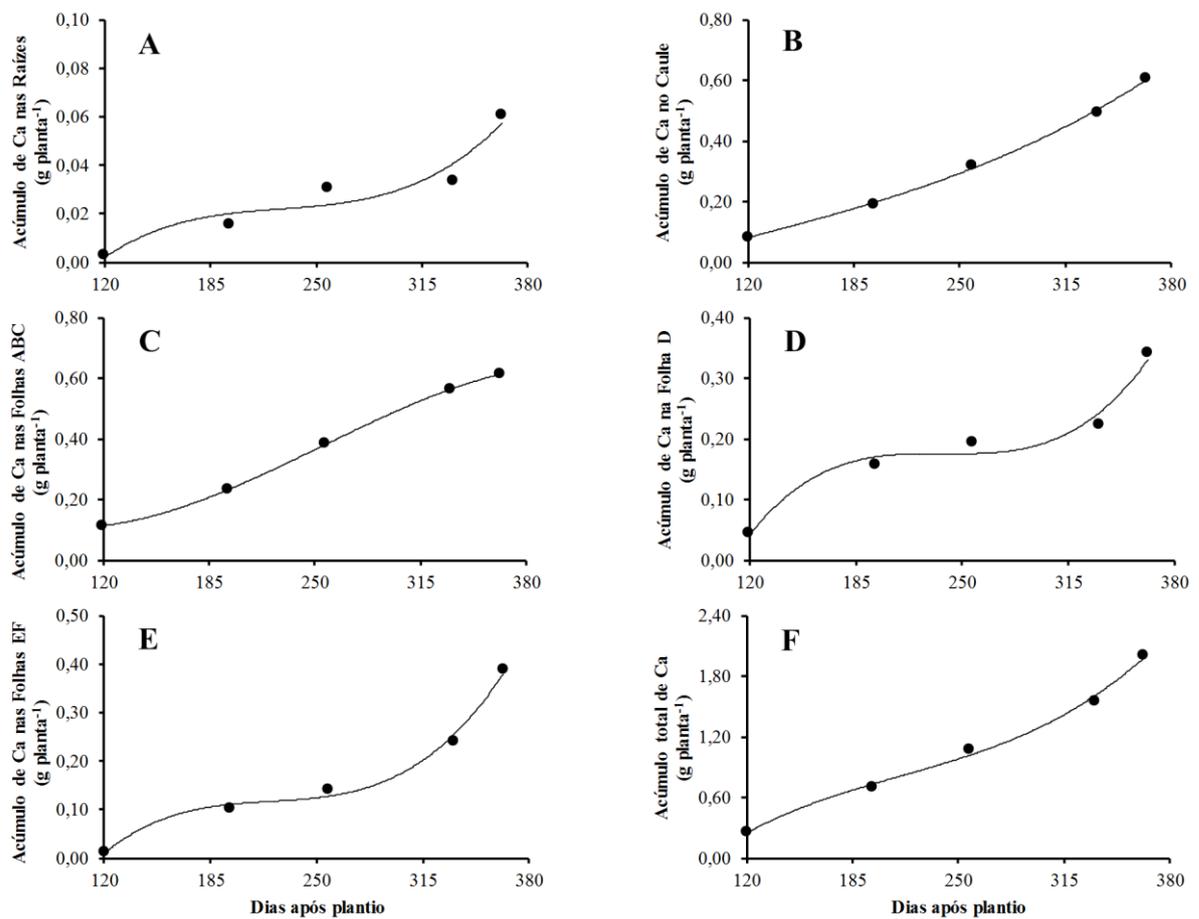
O padrão de acúmulo de Ca pelo abacaxizeiro manteve-se constante durante as épocas de coleta, fato que pode ser constatado analisando-se os acúmulos de Ca na planta inteira (Figura 7), cujos percentuais de acúmulo foram de 25,2; 21,2; 27,7 e 25,9% nos intervalos entre 120-197; 197-257; 257-334; e 334-364 DAP, respectivamente. Observou-se, no entanto, que os maiores acúmulos percentuais de Ca ocorreram no caule (30,4 %) e nas folhas velhas (34,3 %), com acúmulos máximos de 0,60 e 0,61 g planta<sup>-1</sup> aos 364 DAP, respectivamente (Figura 7).

O menor incremento no acúmulo de Ca foi observado nas raízes (2,6%), com acúmulo máximo de 0,06 g planta<sup>-1</sup> aos 364 DAP. De acordo com Coelho et al. (2007), aplicações de doses elevadas de potássio podem ocasionar competição de K com o Ca e o Mg no processo de absorção pelas raízes.

O acúmulo total de Ca foi de aproximadamente 2,0 g planta<sup>-1</sup> aos 364 DAP, equivalente a 92 kg ha<sup>-1</sup>. Desse total, 3% foram acumulados nas raízes, 30% no caule, 31%

nas folhas velhas (ABC), 17% nas folhas intermediárias (D) e 19% nas folhas jovens (E e F) (Figura 4).

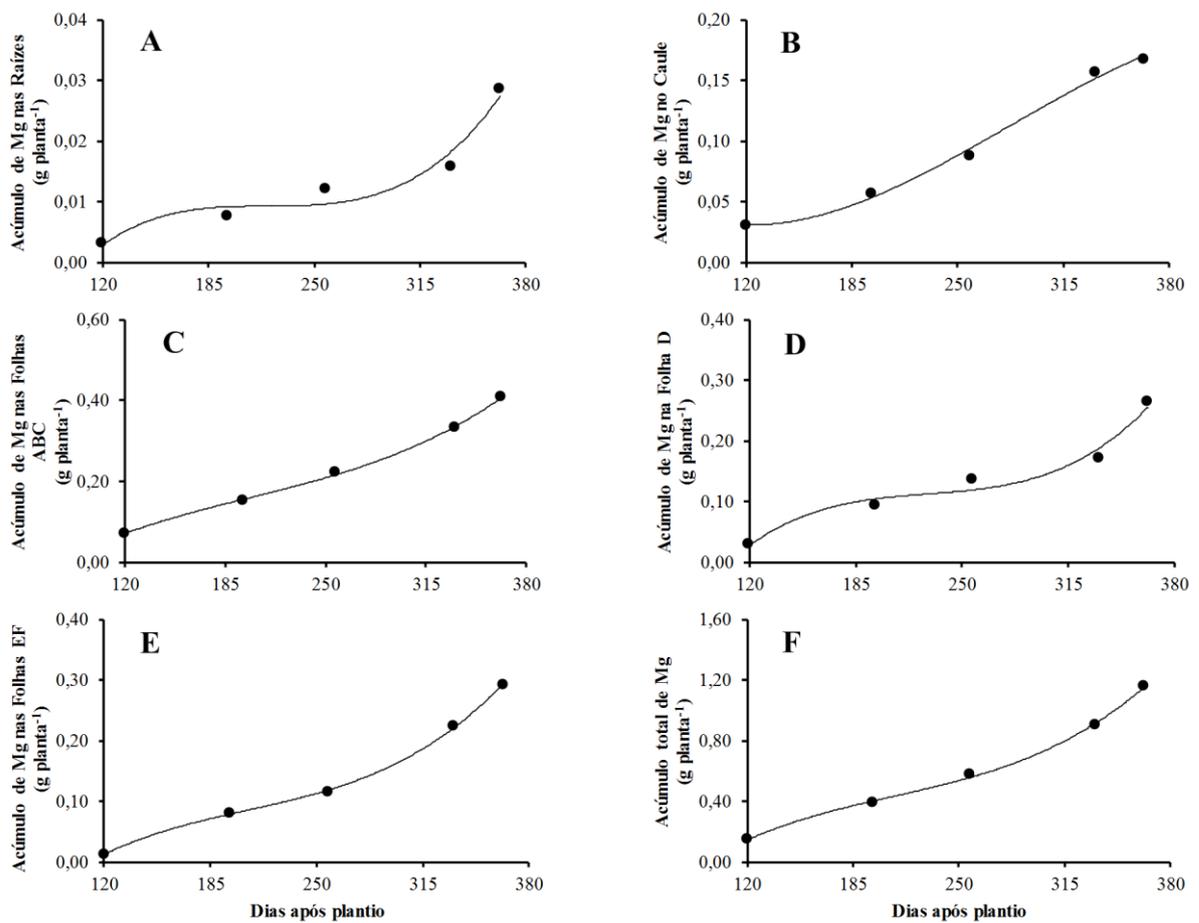
A não realização da calagem, a baixa disponibilidade de Ca no solo e as doses elevadas de K podem ter influenciado no acúmulo desse nutriente pela planta. Rodrigues (2005) mencionou que a calagem, usualmente não adotada pela maioria dos produtores locais, resulta em benefícios para a nutrição mineral da cultura em termos de Ca. De acordo com Ramos et al. (2010), altas concentrações de K também diminui a absorção de Ca e Mg pelo abacaxizeiro.



**Figura 7.** Acúmulos de Ca na raiz (A), caule (B), folhas velhas (C), intermediária (D), novas (E) e planta inteira (F) de abacaxizeiros ‘Pérola’ no período entre 120 e 364 DAP

#### 4.6. Magnésio

O padrão de acúmulo de Mg pelo abacaxizeiro ‘Pérola’ foi semelhante ao observado para Ca, cujos percentuais de acúmulo na planta inteira foram de 24,1; 18,0; 32,1 e 25,9% nos intervalos entre 120-197; 197-257; 257-334; e 334-364 DAP respectivamente, registrando-se acúmulo máximo aos 364 DAP. Nas raízes, o acúmulo foi lento até os 334 DAP, havendo incremento de 50,2% entre 334 e 364 DAP. No caule, o maior incremento ocorreu entre 257 e 334 DAP, com percentual de 50,3%, e acúmulo máximo de 1,17 g planta<sup>-1</sup> aos 364 DAP (Figura 8).



**Figura 8.** Acúmulos de Mg na raiz (A), caule (B), folhas velhas (C), intermediária (D), novas (E) e planta inteira (F) de abacaxizeiros ‘Pérola’ no período entre 120 e 364 DAP

As folhas foram responsáveis pelo maior percentual de Mg acumulado (83%), sendo o acúmulo máximo registrado nas folhas velhas ( $0,41 \text{ g planta}^{-1}$ ) aos 364 DAP. Isso se deve ao fato de o Mg ser constituinte da clorofila (Malavolta, 2006), e as folhas serem a única parte morfológica clorofilada no abacaxizeiro. Pegoraro et al. (2014) observou acúmulo máximo de Mg ( $3,8 \text{ g planta}^{-1}$ ) para cultivar ‘Vitória’ aos 632 DAP, época que corresponde ao início da fase reprodutiva.

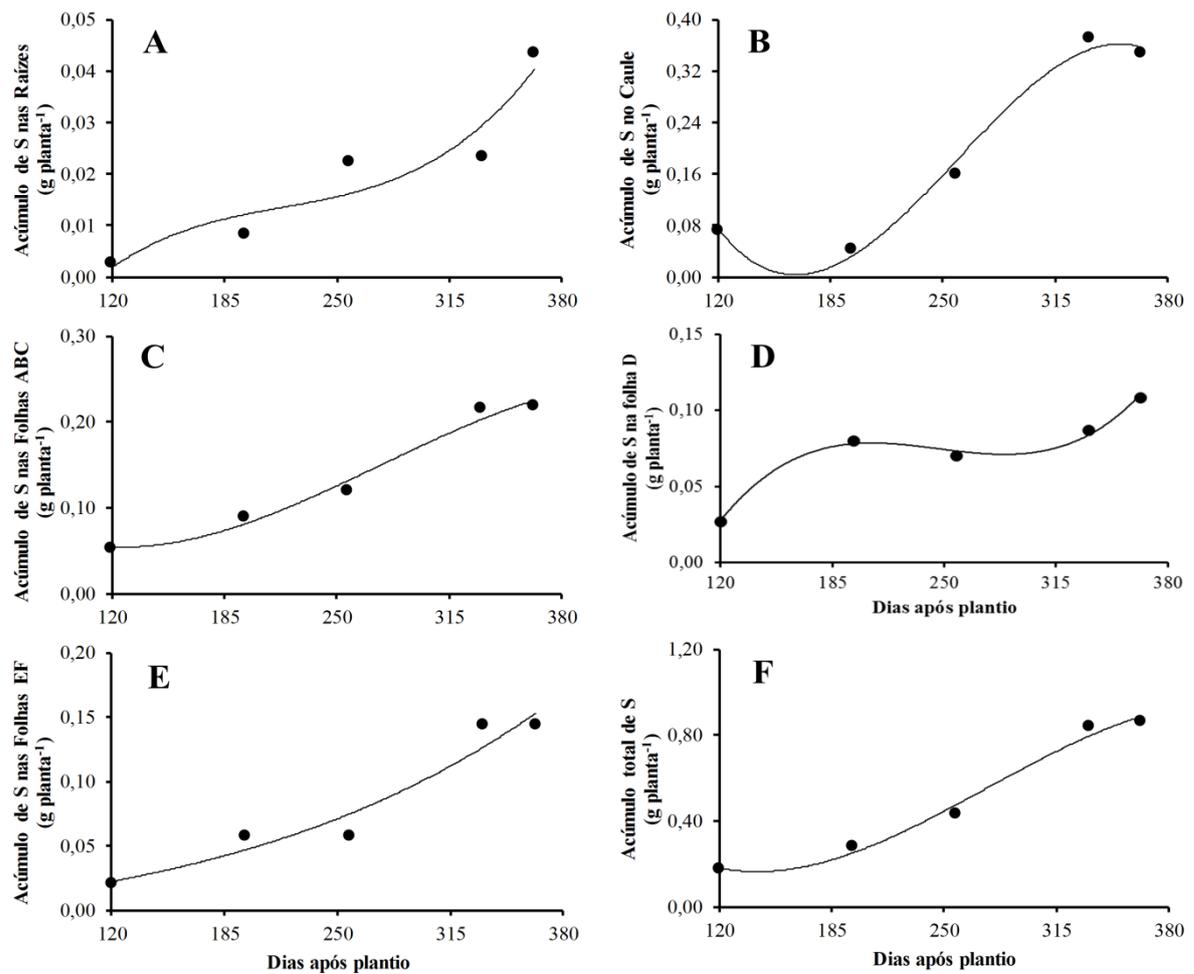
O acúmulo total de Mg foi de aproximadamente  $1,2 \text{ g planta}^{-1}$  aos 364 DAP, o que equivale  $92 \text{ kg ha}^{-1}$ . Desse total, 2% foram acumulados nas raízes, 14% no caule, 35% nas folhas velhas (ABC), 23% nas folhas intermediárias (D) e 25% nas folhas jovens (E e F) (Figura 4). A exemplo do Ca, é possível que o acúmulo de Mg tenha sido influenciado pela ausência de adubação com fertilizantes magnesianos, a não realização de calagem, e as altas doses de K aplicadas. Nessas condições o Mg tende a disputar o mesmo sítio de absorção com o K, e a planta em geral, tende a acumular em maior quantidade o segundo nutriente (Veloso et al., 2001).

#### 4.7. Enxofre

O acúmulo de S na fase inicial (entre 120 e 197 DAP) foi lento nas raízes, folhas velhas e novas. No caule, houve uma redução no teor e conseqüentemente no acúmulo desse nutriente nesse período. O maior incremento de S para todas as partes da planta (exceto folha D) ocorreu entre os 197 e 334 DAP, o que se deveu ao aumento do teor e do acúmulo de matéria seca de todas as partes (Figura 9).

Os maiores incrementos nos acúmulos de S nas raízes (49,5%) foram observados entre 334 e 364 DAP. No caule, folhas velhas e jovens foram registrados incrementos de 70,8; 58,5 e 69,2% entre 257 e 334 DAP, respectivamente. Pegoraro et al. (2014) obteve acúmulo máximo de S no abacaxizeiro ‘Vitória’ de  $3,1 \text{ g planta}^{-1}$ , suplantando o acúmulo encontrado neste trabalho, o que se deve ao fato de a cultivar Vitória ser um híbrido e mais exigente que a cultivar Pérola. Os acúmulos de S pelo abacaxizeiro ‘Pérola’ neste trabalho podem ter sido influenciados pela aplicação de formulas comerciais, isentas desse nutriente. No entanto, a exigência de S pelo abacaxizeiro é considerada baixa, e no campo não apareceram sintomas de deficiência (Malézieux e Bartholomew, 2003).

O acúmulo máximo de S na fase de crescimento vegetativo pelo abacaxizeiro ‘Pérola’ foi de 0,9 g planta<sup>-1</sup> aos 364 DAP, o que equivale a aproximadamente 39 kg ha<sup>-1</sup>. Desse total, 5% foram acumulados nas raízes, 40% no caule, 25% nas folhas velhas (ABC), 13% nas folhas intermediárias (D) e 17% nas folhas jovens (E e F) (Figura 4).



**Figura 9.** Acúmulos de S na raiz (A), caule (B), folhas velhas (C), intermediária (D), novas (E) e planta inteira (F) de abacaxizeiros ‘Pérola’ no período entre 120 e 364 DAP

## 5. CONCLUSÕES

O abacaxizeiro ‘Pérola’ apresenta crescimento e acúmulo de nutrientes lento na fase inicial do ciclo (120-197 DAP), os quais se intensificam entre 197 e 334 DAP, e alcançam seu máximo entre 334 e 364 DAP;

A extração de macronutrientes pelo abacaxizeiro ‘Pérola’ obedece a seguinte ordem decrescente:  $K > N > Ca > Mg > S > P$ , e corresponde a 9,9, 5,5, 2,0, 1,2, 0,9 e 0,8 g planta<sup>-1</sup>, respectivamente.

N, P, K e Mg são os macronutrientes acumulados em maior quantidade nas folhas velhas, enquanto que Ca e S são acumulados em maior quantidade no caule.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, O.A. et al. Influência da irrigação no ciclo do abacaxizeiro cv. Pérola em área de Tabuleiro Costeiro da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, p.431-435, 2002.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Escritório de Pesquisa e Experimentação. Equipe de Pedologia e Fertilidade do solo. **I Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do estado da Paraíba. II Interpretação para uso agrícola dos solos do estado da Paraíba**. Rio de Janeiro: 1972. 638p. (Boletim Técnico, 15; SUDENE, Série Pedológica, 8).
- BUZETTI, S. et al. Doses de N, P, K e micronutrientes na cultura do abacaxizeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.21, p.1249-1252, 1986.
- COELHO, R. I. et al. Estado nutricional e características de crescimento do abacaxizeiro ‘Jupi’ cultivado em latossolo amarelo distrofico em funcao da adubacao com NPK. **Ciência Agrotécnica**, v.31, p. 1696-1701. 2007.
- CRESTANI, M. et al. Das Américas para o mundo-Origem, domesticação e dispersão do abacaxizeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, p.147-148. 2010.
- CUNHA, G.A P. Aspectos Agroclimáticos. In: CUNHA, G.A.P., et al. **O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. Brasília: EMBRAPA, 1999, p.56-65.
- CUNHA, G.A P.; CABRAL, J.R.S. Taxonomia, Espécies, Cultivares e Morfologia. In: CUNHA, G.A.P. et al. **O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. Brasília: EMBRAPA, 1999, p.17-51.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2006. 212p.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997. 212 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: Um sistema de análise estatística computador **Ciência Agrotécnica**, v.35, p.1039-1042, 2011.

FRANÇA, G. E. de. **Curva de crescimento, concentração e absorção de macronutrientes pelo abacaxizeiro** (*Ananas comosus* L. Merrill) **durante um ciclo de cultura**. 1976 62f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo, 1976.

GIACOMELLI, E.J. Exigências da cultura: Clima. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ABACAXICULTURA, 1., 1982. Jaboticabal, **Anais**. Jaboticabal: UNESP, 1982. p.87-90.

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

IBGE. Produção Agrícola Municipal: Culturas Temporárias e Permanentes. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v.42, p.1-102, 2015.

LIMA. V. P. et al. Desbaste de mudas tipo filhote do abacaxi cultivar Pérola -2-Análise de crescimento de correlações. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, p.101-107 abril 2002.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 638p.

MALÉZIEUX, E.; BARTHOLOMEW, D.P. Plant nutrition. In: BARTHOLOMEW, D.P. et al. **The Pineapple: botany, production and uses**. Honolulu: CAB, 2003. p.143-165.

MALÉZIEUX, E. et al. Crop environmental, plant growth and physiology. In: BARTHOLOMEW, D.P., et al. **The pineapple: botany, production and uses**. Hononulu: (ed.) University of Hawaii, 2002. 320p.

PAULA, M.B. et al. Exigências nutricionais do abacaxizeiro. **Informe Agropecuário**, v.11, p.27-31, 1985.

PAULA, M.B. et al. Efeito da calagem, potássio e nitrogênio na produção e qualidade do fruto do abacaxizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, p.1337-1343, 1991.

PEGORARO, R. F. et al. Macronutrient uptake, accumulation and export by the irrigated 'Vitória' pineapple plant. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.38, p.896-904, 2014.

PY, C. et al. **L'ananas: sa culture, ses produits**. Paris: Maisonneuve, 1984. 563p.

RAMOS, M.J.M. et al. Qualidade sensorial dos frutos do abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivado em deficiência de macronutrientes e de boro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, p 692-699, 2010.

REINHARDT, D. H. et al. **Abacaxi. Produção: aspectos técnicos**. Brasília: EMBRAPA, Comunicação para Transferência de Tecnologia, 2000. 77 p.

RIBEIRO, A.C. et al. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do estado de Minas Gerais, 1999. 359p.

RODRIGUES, A. A. **Desenvolvimento e teores foliares de nutrientes dos cultivares de abacaxi Pérola, Smooth Cayenne e Imperial nas condições edafoclimáticas do estado da Paraíba**. 2005. 102 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.

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

SILVA, A.P. **Sistema de recomendação de fertilizantes e corretivos para a cultura do abacaxizeiro**. 2006. 176f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SILVA, A.P. et al. Sistema de recomendação de fertilizantes e corretivos para a cultura do abacaxizeiro. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.33, p.1269-1280, 2009.

SILVA, A.P. et al. Resposta do abacaxizeiro ‘Vitória’ as doses de N em solos de Tabuleiros Costeiros da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.36, p.447-456, 2012.

SIQUEIRA, O.J.W. Diagnóstico da fertilidade dos solos do estado do Sergipe. In: SOBRAL, L.F. et al. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no estado de Sergipe**. 2007. p.49-79.

SOUZA, B. A. M. **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, 2012.

SOUZA, C.B. et al. Crescimento e rendimento do abacaxizeiro nas condições climáticas dos Tabuleiros Costeiros do estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.134-141, 2007.

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

TEDESCO, M. J. et al. **Análise de solo, planta e outros materiais**. 2ed. rev e ampl. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p.

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

TEIXEIRA, L.A.J. et al. Parcelamento da adubação NPK em abacaxizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, p.219-224, 2002.

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**, v.23, p.396-402, 2001.