



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**DEPARTAMENTO DE SOLOS E ENGENHARIA RURAL**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DO SOLO**

**ESTADO NUTRICIONAL DO ABACAXIZEIRO ‘PÉROLA’ ADUBADO COM  
NPK E ENXOFRE**

João Batista Belarmino Rodrigues

AREIA, PB  
FEVEREIRO-2016

**JOÃO BATISTA BELARMINO RODRIGUES**

**ESTADO NUTRICIONAL DO ABACAXIZEIRO 'PÉROLA' ADUBADO COM  
NPK E ENXOFRE**

AREIA, PB  
FEVEREIRO-2016

**JOÃO BATISTA BELARMINO RODRIGUES**

**ESTADO NUTRICIONAL DO ABACAXIZEIRO ‘PÉROLA’ ADUBADO COM  
NPK E ENXOFRE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência do Solo. Área de Concentração: Solos em Agroecossistemas Familiares. Linha de Pesquisa: Solos e Nutrição de Plantas.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Paiva da Silva

AREIA-PB  
FEVEREIRO – 2016

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

R696e Rodrigues, João Batista Belarmino.

Estado nutricional do abacaxizeiro 'Pérola' adubado com NPK e enxofre /  
João Batista Belarmino Rodrigues. - Areia: UFPB/CCA, 2016.

xi, 42 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Centro de Ciências  
Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

Bibliografia.

Orientador: Alexandre Paiva da Silva.

*1. Abacaxizeiro Pérola 2. Abacaxi – Adubação mineral 3. Ananas  
comosus – Estado nutricional I. Silva, Alexandre Paiva da (Orientador) II. Título.*

UFPB/CCA

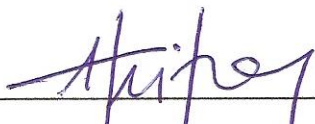
CDU: 634.774(043.3)

JOÃO BATISTA BELARMINO RODRIGUES

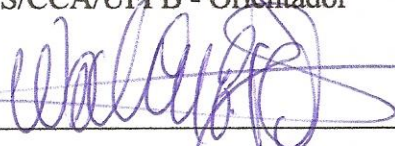
ESTADO NUTRICIONAL DO ABACAXIZEIRO 'PÉROLA' ADUBADO COM N, P, K  
E ENXOFRE.

Aprovada em: 29 Fevereiro de 2016

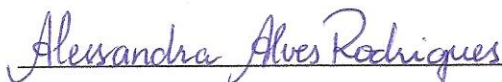
BANCA EXAMINADORA



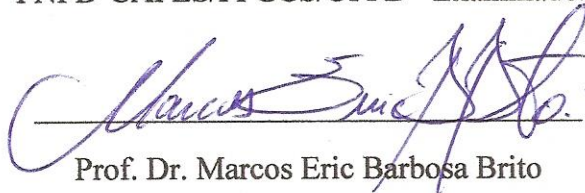
Prof. Dr. Alexandre Paiva da Silva  
PPGCS/CCA/UFPB - Orientador



Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira  
PPGCS/CCA/UFPB - Examinador



Dra. Alessandra Alves Rodrigues  
PNPD-CAPES/PPGCS/UFPB - Examinadora



Prof. Dr. Marcos Eric Barbosa Brito  
UAGRA/CCTA/UFCG – Examinador

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por ter me dado foco, força e fé para desenvolver este trabalho;

Aos meus pais: Raimundo Rodrigues e Maria do Socorro Belarmino Rodrigues (*in memoriam*), que não mediram esforços para me proporcionar educação, sendo peças fundamentais na minha vida acadêmica e pessoal;

A Universidade Federal da Paraíba, pela oportunidade de fazer parte desta instituição de grande reconhecimento;

Ao Centro de Ciências agrárias, pela oportunidade de fazer um curso superior numa área de importância para a sociedade;

Ao programa de pós-graduação em ciência do solo, pela oportunidade de me tornar mestre em uma área que é uma das bases da sociedade;

Ao Cnpq, por ter financiado meus estudos;

Ao meu orientador Professor Alexandre Paiva da Silva, pela confiança, disponibilidade e acessibilidade sempre que preciso; pela ética e profissionalismo. Foi uma satisfação tê-lo como orientador, obrigado por todos os ensinamentos para ciência e também para a vida;

Aos demais professores do Departamento de Solos e Engenharia Rural por contribuir com minha formação profissional. E em especial ao professor Adailson, pelo apoio nas análises de solo e planta;

A Cláudia, pelo seu apoio nas questões relacionadas às documentações exigidas pelo programa;

A banca examinadora, pelas contribuições, que foram de grande importância para o enriquecimento dessa pesquisa;

Aos funcionários do Departamento, pela amizade e colaboração durante este trabalho;

A fazenda Quandu, em nome de seu proprietário Francisco Cleanto de Castro e Jurandir pelo apoio incondicional, infraestrutura e amizade construída;

A “equipe abacaxi” (Alessandra, Sonaria, Anne, Julião, Jessica, Mateus, Clint, e Ewerton) pelo o esforço e amizade construída durante o curso;

Aos amigos (Evaldo, Antônio de Padua, Ewerton, Jhony, Gilson, Onildo, Antônio Fernando, Antônio Augusto, Leonardo, Plácido, Victor, Tarcísio, Renato, Vanessa, Kaline, Aparecida e Begna) e demais alunos do Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, por todas as conversas descontraídas, brincadeiras, ajuda na execução das atividades relacionadas a esta pesquisa e pelas palavras de incentivo, fazendo com que eu não desistisse dos meus objetivos;

A Cristine, pelo incentivo, companheirismo, carinho e compreensão nos momentos mais difíceis ao longo dessa caminhada;

A todos que aqui não foram mencionados por um momento de esquecimento, mas que sem dúvida foram importantes para a realização deste trabalho.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Evolução da precipitação pluviométrica e da temperatura média do ar registrados no município de Itapororoca, durante o período experimental.....	9
Figura 2. Massa da matéria fresca (A) e teor de N da folha 'D' (B), de abacaxizeiro 'Pérola' em função das doses de N avaliadas.....	30
Figura 3. Massa da matéria fresca (A) e teor de P da folha 'D' (B), de abacaxizeiro 'Pérola' em função das doses de P avaliadas.....	32
Figura 4. Massa da matéria fresca (A) e teor de K da folha 'D' (B), de abacaxizeiro 'Pérola' em função das doses de K avaliadas.....	34
Figura 5. Massa da matéria fresca (A) e teor de S da folha 'D' (B), de abacaxizeiro 'Pérola' em função das doses de S avaliadas.....	36

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo da área experimental, na camada de 0-20 cm, antes da instalação do experimento.....	10
Tabela 2. Níveis e doses de N, P, K e S dos tratamentos avaliados, conforme a matriz Plan Puebla III modificada.....	11
Tabela 3. Equações de regressão ajustadas para os valores de pH e teores de P, K, S e matéria orgânica do solo (MOS), na época da indução floral, em função das doses de N, P, K e S.....	15
Tabela 4. Valores de pH e teores de P, K, S e matéria orgânica do solo (MOS), na camada de 0-20 cm na época de indução floral, em função das doses de N, P, K e S aplicadas.....	16
Tabela 5. Equações de regressão ajustadas e valores de R <sup>2</sup> para as variáveis da planta, em função das doses de N, P, K e S aplicadas.....	20
Tabela 6. Massa da matéria fresca da folha 'D', do abacaxizeiro 'Pérola', na indução floral, em função doses de N, P, K e S avaliadas.....	21
Tabela 7. Teores de N, P, K e S na folha 'D' de abacaxizeiro 'Pérola' na indução floral, em função das doses de N, P, K e S avaliadas.....	24
Tabela 8. Acúmulos de N, P, K e S na folha 'D' do abacaxizeiro 'Pérola' na indução floral em função das doses de N, P, K e S avaliadas.....	28

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	3
2.1. Respostas do abacaxizeiro à adubação mineral .....	3
2.1.1. Nitrogênio.....	3
2.1.2. Fósforo .....	4
2.1.2. Potássio .....	6
2.2. Enxofre.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1. Localização, clima e solo.....	9
3.2. Delineamento experimental e tratamentos.....	10
3.3. Instalação e condução do experimento .....	12
3.4. Variáveis analisadas.....	13
3.4.1. Atributos químicos do solo.....	13
3.4.2. Massa da matéria fresca da folha 'D' .....	13
3.4.3. Estado nutricional .....	13
3.4.4. Níveis críticos.....	14
3.5. Análise estatística .....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	15
4.1. Variáveis do solo .....	15
4.1.1. pH .....	15
4.1.2. Fósforo .....	17
4.1.3. Potássio .....	18
4.1.4. Enxofre.....	19
4.1.5. Matéria orgânica .....	19

4.2. Variáveis de planta.....	19
4.2.1. Massa da matéria fresca da folha ‘D’ .....	19
4.2.2. Nitrogênio foliar .....	22
4.2.3. Fósforo foliar.....	25
4.2.4. Potássio foliar.....	25
4.2.5. Enxofre foliar .....	27
4.3. Níveis Críticos .....	29
4.3.1. Nitrogênio.....	29
4.3.2. Fósforo .....	31
4.3.3. Potássio .....	33
4.3.4. Enxofre.....	35
5. CONCLUSÕES .....	37
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	38

## RESUMO

JOÃO BATISTA BELARMINO RODRIGUES. **Estado nutricional do abacaxizeiro ‘Pérola’ adubado com NPK e enxofre.** Areia - PB, Centro de Ciências Agrárias, UFPB, Fevereiro de 2016. 43 p. il. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Orientador: Dr. Alexandre Paiva da Silva.

Apesar de importantes, inexistem informações básicas sobre adubação e nutrição mineral, a exemplo de curvas de resposta e níveis críticos, para o abacaxizeiro ‘Pérola’ nos principais municípios produtores do Estado da Paraíba. Objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da aplicação de doses de N, P, K e S sobre o estado nutricional, e estabelecer os níveis críticos foliares dos respectivos nutrientes, para o abacaxizeiro ‘Pérola’ cultivado em Argissolo no município de Itapororoca, PB. O experimento foi conduzido em condições de sequeiro, entre dezembro de 2014 e dezembro de 2015, em delineamento de blocos casualizados com 26 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram arrançados numa Matriz Experimental Plan Puebla III modificada, e resultaram da combinação entre cinco doses de N (50, 300, 500, 700 e 950 kg/ha - ureia), cinco doses de K (50, 300, 500, 700 e 950 kg/ha K<sub>2</sub>O – sulfato de potássio), cinco doses de P (20, 120, 200, 280 e 380 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - MAP) e cinco doses de S (20, 120, 200, 280 e 380 kg/ha – sulfato de potássio). Utilizaram-se mudas tipo ‘filhote’ da cultivar Pérola plantadas em sistema de fileiras duplas, no espaçamento de 0,80 x 0,40 x 0,40 m. Foram determinados na época de indução floral (345 dias após o plantio dap) as seguintes variáveis: massa da matéria fresca da folha ‘D’ (MMF); teores e acúmulos de N, P, K e S na folha ‘D’; valores de pH e teores de P, K, S e matéria orgânica no solo (0-20 cm). Além de estimados os níveis críticos foliares de N, P, K e S. Pelos resultados, verificou-se que o aumento das doses de N acidificou o solo, mas não influenciou, assim como as doses de P, K e S, os teores de matéria orgânica; contudo, os teores de P, K e S no solo aumentaram com as doses dos respectivos nutrientes. As doses de N, P, K e S aumentaram a massa da matéria fresca da folha ‘D’, embora as respostas para P e S foram condicionadas às doses de N e K, respectivamente. As doses de N e K aumentaram os teores de N e K e os acúmulos de N; no entanto, as doses de N diminuíram os acúmulos de K. Os teores de P aumentaram com as doses de N e K, enquanto que os acúmulos foram incrementados com as doses de P e S. As doses de

nutrientes não influenciaram o estado nutricional da planta quanto ao S. Os níveis críticos foliares de N, P, K e S encontrados para o abacaxizeiro 'Pérola' foram de 17,3; 0,94; 34,9 e 1,5 g/kg, respectivamente.

Palavras-chave: *Ananas comosus* comosus, adubação mineral, interações nutricionais

## ABSTRACT

JOÃO BATISTA BELARMINO RODRIGUES. **Nutritional status of the pineapple 'Pérola' fertilized with NPK and sulfur.** Areia - PB, Centro de Ciências Agrárias, UFPB, February 2016. 43 p. il. Dissertation. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Adviser: Dr. Alexandre Paiva da Silva.

Although it is important there are no basic information about fertilization and mineral nutrition, at example of response curves and critical levels for the 'Pérola' pineapple in the main producing municipalities in the Paraíba State. The objective of this study was to evaluate the effects of application of N, P, K and S rates on the nutritional status, and to determine the critical levels of their nutrients for the 'Pérola' pineapple grown in Argisol of the municipality of Itapororoca, PB. The experiment was conducted under rainfed conditions between December of 2014 and December of 2015, in a randomized block design with 26 treatments and three replications. The treatments were arranged in an experimental matrix Plan Puebla III modified and resulted from the combination of five N rates (50, 300, 500, 700 and 950 kg/ha - urea), five K rates (50, 300, 500, 700 and 950 kg/ha K<sub>2</sub>O - potassium sulfate), five P rates (20, 120, 200, 280 and 380 kg/ha P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - MAP) and five S rates (20, 120, 200, 280 and 380 kg / ha - potassium sulphate). The plantlets of cv. Pérola were planted at spacings 0.80 × 0.40 × 0.40 m under double-row systems. The following variables were evaluated at the time of floral induction (345 days after planting - dap): fresh weight of leaf 'D' (FWL); content and accumulation of N, P, K and S on the leaf 'D'; pH values and levels of P, K, S and organic matter in soil (0-20 cm). Also, were estimated critical levels of N, P, K and S. By results, was found that the increase in N rates acidified soil, but did not influence, as well as the doses of P, K and S, the organic matter level; however, the levels of P, K and S in the soil increased with doses of their nutrients. The doses of N, P, K and S increased the fresh weight of leaf 'D', although the responses to P and S were conditioned to the doses of N and K, respectively. Doses of N and K increased the levels of N and K and the accumulation of N; however, the N rates decreased the accumulation of K. P concentrations increased with N and K rates, while accumulations have increased with P and S rates. Nutrient rates did not affect the nutritional status of

plant on the S. The critical levels of N, P, K and S found for the pineapple 'Pearl' were 17.3; 0.94; 34.9 and 1.5 g/kg, respectively.

Keywords: *Ananas comosus* comosus, mineral fertilizer, nutrient interactions

## 1. INTRODUÇÃO

A abacaxicultura é uma atividade de grande importância para o setor agrícola paraibano, uma vez que gera milhares de empregos diretos e indiretos ao longo de sua cadeia produtiva. O estado da Paraíba é considerado, historicamente, um dos maiores produtores nacionais, sendo o abacaxi paraibano nacional e internacionalmente apreciado pelos seus atributos de qualidade (Rodrigues et al., 2010).

No estado da Paraíba, o abacaxizeiro é cultivado nas microrregiões litorâneas, em áreas de Tabuleiros Costeiros, com destaque para os municípios de Itapororoca, Araçagi, Santa Rita e Lagoa de Dentro (Barreiro Neto et al., 2014). Nesses municípios, em geral, predominam solos de textura arenosa, ácidos e de baixa fertilidade natural. A produção é feita basicamente por pequenos produtores, com baixa adoção de tecnologias, utilizando a cultivar Pérola, sem irrigação (Souza et al., 2007; Rodrigues et al., 2010).

A adubação e a nutrição mineral são fatores determinantes para o sucesso da abacaxicultura, pois o abacaxizeiro é altamente exigente em nutrientes, necessitando de quantidades elevadas e equilibradas destes durante as diferentes fases de seu ciclo (Sema et al., 2010). Assim, a obtenção de rendimentos satisfatórios requer a implementação de um programa criterioso de adubação, baseado na demanda nutricional e nas peculiaridades edafoclimáticas locais (Malezieux e Bartholomew, 2003; Silva et al., 2009).

Apesar da relevância sócio-econômica da atividade, o manejo da adubação e nutrição mineral do abacaxizeiro ainda é feito de forma empírica pela maioria dos produtores paraibanos. Práticas como análise de solo e de plantas, correção de solo e adubação com micronutrientes são raramente utilizadas, prevalecendo a aplicação de fórmulas comerciais utilizadas para outras culturas e regiões (Silva et al., 2009).

Na última década tem crescido o interesse por pesquisas científicas sobre as respostas de cultivares tradicionais e novas de abacaxizeiro à adubação mineral (Spironello et al., 2004; Guarçoni e Ventura, 2011; Cardoso et al., 2013). Na Paraíba, pesquisas dessa natureza também têm sido realizadas (Silva, 2006; Rodrigues et al., 2013; Silva et al., 2012; Leonardo et al., 2013), embora ainda inexistam informações básicas sobre adubação e nutrição mineral do abacaxizeiro, a exemplo das curvas de

resposta e níveis críticos foliar, em alguns dos principais municípios produtores do Estado.

As exigências de enxofre (S) pelas culturas são bastante variáveis (espécie e produtividade esperada) e, na maioria delas, são semelhantes às de P. As deficiências de S ocorrem frequentemente em solos arenosos e com baixos teores de matéria orgânica, principalmente naquelas culturas mais exigentes (leguminosas, oleaginosas e crucíferas). Contudo, o uso continuado de fórmulas comerciais ou adubos concentrados, associado ao cultivo intensivo e de alto potencial produtivo acentuam as deficiências e aumentam a probabilidade de resposta à aplicação desse nutriente (Alvarez V. et al., 2007).

O diagnóstico do estado nutricional das plantas baseia-se na interpretação dos resultados analíticos por meio da comparação com padrões ou normas, a exemplo do nível crítico (NC), que consiste no teor de determinado nutriente associado a 90% da produção ou crescimento máximo (Alvarez V. et al., 2007). Todavia, a determinação dos níveis críticos foliares para o abacaxizeiro não tem recebido a necessária atenção da pesquisa, inexistindo valores disponíveis na literatura nacional, e prevalecendo diagnósticos nutricionais feitos a partir de padrões obtidos em outros países, sob condições de clima, solo e cultivares distintas (Angeles et al., 1990; Sema et al., 2010).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho: a) avaliar os efeitos da aplicação de doses de N, P, K e S sobre o estado nutricional do abacaxizeiro ‘Pérola’; b) estabelecer, de forma preliminar, os níveis críticos foliares dos respectivos nutrientes, nas condições edafoclimáticas do município de Itapororoca, região de Tabuleiros Costeiros do estado da Paraíba.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Respostas do abacaxizeiro à adubação mineral

#### 2.1.1. Nitrogênio

A produção do abacaxizeiro está diretamente relacionada com o fornecimento de doses adequadas de N, pois sua carência afeta negativamente o crescimento, a produção e a qualidade dos frutos (Silva, 2006). O N faz parte de uma série de compostos indispensáveis à planta, incluindo clorofila, aminoácidos e proteínas (Malézieux e Bartholomew, 2003; Vieira et al., 2010). Além disso, o N influencia na utilização de carboidratos, contribuindo positivamente para aumentar o número e o peso de folhas, bem como o vigor da planta (Hepton, 2003).

Diversos trabalhos têm revelado respostas positivas do abacaxizeiro ao aumento das doses de N (Iuchi, 1978; Veloso et al., 2001; Teixeira et al., 2002; Spironello et al., 2004; Souza et al., 2007).

Silva et al. (2012) avaliou a resposta do abacaxizeiro ‘Vitória’ à aplicação de doses de N (100 – 600 kg/ha) em Espodossolo Humilúvico do Estado da Paraíba. Constatou que a elevação das doses de N aumentou linearmente a massa da matéria fresca folha ‘D’, estimando-se teor foliar máximo de 15,1 g/kg de N na dose de 406 kg/ha de N e maior rendimento (37,8 t/ha) com a dose de 439 kg/ha de N.

Cardoso et al. (2013) estudando a cultivar Vitória, em condições de irrigação, na região norte de Minas Gerais, observaram que o aumento das doses de N até 20 g/planta de N incrementou a massa da matéria fresca da folha ‘D’ e a produtividade do abacaxizeiro.

Marques et al. (2013) avaliando os teores foliares antes e após a indução floral do abacaxizeiro ‘Smooth Cayenne’, em Latossolo Vermelho-Amarelo de textura areno-argilosa, submetidos a doses de 0 – 30 g/planta de N, verificou que o teor máximo de N foliar (19,7 g/kg) foi obtido com a dose de 30 g/planta de N, aplicada toda antes da indução floral.

Na literatura existe grande variabilidade nos níveis críticos foliares de N propostos para o abacaxizeiro, o que se deve as diferenças entre cultivares, época de amostragem e parte da folha analisada.

De acordo com Malavolta et al. (1997), a faixa adequada varia de 20-22 g/kg, enquanto que para Bataglia e Santos (2001) a faixa adequada seria de 15-17 g/kg. Angeles et al. (1990) reportou amplitude de variação entre 10 e 17 g/kg de N e sugeriu que o nível crítico seria de 14,3 g/kg de N. No entanto, Sema (2010) sugeriu que a faixa adequada seria de 12-18 g/kg de N. Teixeira et al. (2009) propôs o teor de 12,0 g/kg de N, como sendo o nível crítico foliar para o abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' no estado de São Paulo.

Para Malézieux e Bartholomew (2003), o crescimento do abacaxizeiro é limitado quando o teor foliar de N é inferior a 10 g/kg, e quando os teores se encontram acima deste valor toda a quantidade de N presente nas folhas é destinada ao crescimento de novos tecidos. Ainda conforme os autores, para obtenção de frutos com peso de 1,8 kg torna-se necessário que, no momento da indução floral, a massa de N contida na folha 'D' seja de aproximadamente 100 mg.

### **2.1.2. Fósforo**

O fósforo (P) é componente essencial de compostos celulares, incluindo fosfato-aúcares, compostos intermediários da respiração e fotossíntese, bem como fosfolipídios que compõem as membranas vegetais. É também componente de nucleotídeos utilizados no metabolismo energético das plantas (como ATP) e de DNA e RNA (Taiz e Zeiger, 2004).

O P tem papel importante no metabolismo do abacaxizeiro, sendo exigido, particularmente, nas épocas de diferenciação floral e floração (Malézieux e Bartholomew, 2003). Contudo, na maioria dos estudos tem sido encontrada pequena ou nula resposta do abacaxizeiro à adubação fosfatada (Silva, 2006).

Choairy e Fernandes (1981) ao testarem cinco doses de P (0;0,5;1,0;1,5 e 2,0 g/planta de  $P_2O_5$ ) em solo ácido e com baixo teor de P não verificaram influência sobre a produção do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne'.

Choairy e Fernandes (1986) avaliaram o efeito de incrementos unitários nas doses de P (entre 0 e 5 g/planta) na forma de superfosfato triplo e verificaram que a adubação fosfatada também não afetou significativamente a produção, embora esta tendesse a aumentar com a elevação das doses. Observaram ainda, maior peso médio dos frutos nas doses mais altas de P e recomendaram desnecessário aplicar, nas condições estudadas, doses superiores a 3 g/planta de  $P_2O_5$ .

Ao estudarem o efeito de fontes (superfosfato simples, superfosfato triplo, Fosnap e Phoscal), doses (1 e 2 g/planta) e modos de aplicação (cova e cobertura na primeira aplicação de N e K), Lacerda e Choairy (1999) não constataram influência dos fatores estudados na produtividade e na qualidade dos frutos. Em contraste, Nogueira et al. (1970) constataram incrementos na produção de frutos de 21 e 35 %, respectivamente, com elevação das doses de  $P_2O_5$  de zero para 0,6 e 1,3 g/planta, aplicadas na forma de superfosfato simples em solos de Tabuleiros Costeiros de Rio Tinto.

Spironello et al. (2004) estudando a resposta do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' em Latossolo Vermelho-Amarelo, com doses de P variado de 0-320 kg/ha de  $P_2O_5$ , na forma de superfosfato, observou que o teor máximo de P foliar (1,0 g/kg) foi obtido com a dose de 320 kg/ha de  $P_2O_5$ . Contudo, não houve influência das doses sobre o crescimento e a produção.

Guarçoni e Ventura (2011) avaliaram a resposta do abacaxizeiro 'MD-2', às doses de P variando de 0 à 380 kg/ha, em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, e registraram teor foliar máximo de 2,0 g/kg na dose de 280 kg/ha de  $P_2O_5$ . Observaram ainda que a adição de P não afetou o crescimento e a produção, fato que atribuíram a uma intensa associação de fungos micorrízicos com as raízes do abacaxizeiro.

Caetano et al. (2013) avaliando o efeito de doses de P (0-300 kg/ha de  $P_2O_5$ ) na cultivar Vitória, nas condições edafoclimáticas do Espírito Santo, observou que as doses de P não influenciaram o desenvolvimento, a produção e a qualidade dos frutos mesmo o solo apresentando baixa disponibilidade de P.

A exemplo do que ocorre para o N, também existem na literatura divergências sobre as faixas ou níveis críticos foliares de P para o abacaxizeiro.

Para Malavolta et al. (1997) a faixa adequada varia de 2,1 - 2,3 g/kg, enquanto que Bataglia e Santos (2001) propõem que a faixa adequada seja de 0,8 - 1,2 g/kg de P. Para Angeles et al. (1990), o teor foliar de P considerado adequado é de 1,5 g/kg, enquanto que para Sema (2010) a faixa adequada situa-se entre 1,3-1,8 g/kg de P. Contudo, Teixeira et al. (2009) estabeleceu o teor de 0,92 g/kg como sendo o nível crítico de P para o abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' no estado de São Paulo.

### 2.1.2. Potássio

Nas plantas superiores, incluindo o abacaxizeiro, as funções do potássio (K) estão relacionadas com a formação de carboidratos e ácidos orgânicos, a redução de nitratos e a síntese proteica (Malezieux e Bartholomew, 2003).

Apesar da elevada demanda, o K tem sido o nutriente que menos tem influenciado a produção do abacaxizeiro, mesmo quando se utilizam doses elevadas (1.000 kg/ha de K<sub>2</sub>O), fato relacionado com os altos teores de K nos solos em que foram realizados os experimentos (16 - 136 mg/dm<sup>3</sup>) (Rodrigues, 2010). Todavia, nestes e em outros trabalhos o K influencia positivamente a qualidade dos frutos, incluindo os teores de açúcares, a acidez e a firmeza da polpa (Choiry e Fernandes, 1981; Choiry et al., 1990; Paula et al., 1998).

Rodrigues et al. (2013) avaliaram a produção e a nutrição mineral do abacaxizeiro 'Pérola', em função das relações K/N na adubação, na região de Tabuleiros Costeiros do Estado da Paraíba. Observaram que o aumento da relação K/N elevou o peso da folha 'D', mas não influenciou a produtividade. Resultados semelhantes foram relatados por Oliveira et al. (2015), para o abacaxizeiro 'BRS imperial' no município de Porto Seguro, estado da Bahia.

Spironello et al. (2004) estudando a resposta do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne', em Latossolo Vermelho-Amarelo, com doses variando de 0-700 kg/ha de K<sub>2</sub>O, verificou que o teor foliar máximo de K foi de 27,2 g/kg, obtido com a dose de 700 kg/ha de K<sub>2</sub>O, embora a produção máxima foi obtida com 394 kg/ha de K<sub>2</sub>O.

Guarçoni e Ventura (2011) estudando a resposta do abacaxizeiro 'MD-2', às doses de K variando de 0-1000 kg/ha de K<sub>2</sub>O, em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, encontrou teor foliar máximo 43,2 g/kg de K com a dose de 700 kg/ha de K<sub>2</sub>O e produção máxima com 736 kg/ha de K<sub>2</sub>O.

Caetano et al. (2013) avaliando o efeito de doses de K (0-600 kg/ha de K<sub>2</sub>O) nas condições edafoclimáticas do Espírito Santo, verificou que as doses de K não influenciaram a produção do abacaxizeiro 'Vitória'. No entanto, o aumento das doses de K melhorou os atributos de qualidade dos frutos.

Na literatura também existe ampla variação e conflitos em relação aos teores adequados de K para o abacaxizeiro. Para Malavolta et al. (1997), a faixa adequada é de 22 a 30 g/kg de K, enquanto que para Bataglia e Santos (2001) a faixa adequada é de 25 a 27 g/kg de K. Teixeira et al. (2009) obteve nível crítico foliar de K para o abacaxizeiro

‘Smooth Cayenne’ de 21,4 g/kg, diferindo dos 29 g/kg reportados por Angeles et al. (1990). Entretanto, para Sema et al. (2010), a faixa adequada é de 11-16 g/kg de K.

## 2.2. Enxofre

O enxofre (S) é componente de alguns aminoácidos e proteínas, tendo participação importante na síntese de clorofila, na absorção de CO<sub>2</sub>, e de vitaminas essenciais ao metabolismo das plantas (Taiz e Zeiger, 2004). No abacaxizeiro, o S é responsável pelo equilíbrio entre acidez e açúcares dos frutos, dando-lhes sabor (Paula et al., 1998).

Existe grande discrepância pelas culturas em relação a resposta à adubação sulfatada na literatura. Furtini Neto et al. (2000) estudando a resposta de duas cultivares de feijoeiro à adubação com S, em casa de vegetação, com doses de 0-120 mg/kg de S, observou que a aplicação de S promoveu aumentos significativos na produção de matéria seca das cultivares, sendo as maiores produções alcançadas nas doses intermediárias (entre 70 e 90 mg/kg de S).

Tiecher et al. (2012) avaliando a resposta de diversas culturas (girassol, feijão, soja e mamona) à adubação sulfatada, em três Latossolos e um Neossolo Quartzarênico, não encontraram resposta as doses testadas (0 a 48 kg/ha de S).

Tiecher et al. (2013) testando doses de S variando de 0 – 20 kg/ha, utilizando como fonte gesso agrícola, em Argissolo Vermelho distrófico, também observou ausência de resposta à adubação sulfatada para as culturas do trigo, milho e feijão-deporco, mesmo em solos com teores baixos de enxofre.

Em culturas exigentes em S, como as Brassicáceas, a probabilidade de resposta à adubação sulfatada é maior. Lucas et al. (2013) avaliando os efeitos da adubação com S na produtividade de canola, em Latossolo Vermelho distrófico, textura média, com quatro doses de S (0, 15, 30 e 60 kg/ha), observou que a elevação das doses de S aumentou a produção. Entretanto Alvarez (2004) não constatou respostas da cultura da canola à adubação sulfatada, em Argissolo Vermelho Distrófico Arênico, com doses de 0, 15, 30 e 60 kg/ha de S. Nogueira e Melo (2003) também não observaram respostas da soja às doses de S (0, 67, 133, 267, 533 e 1.067 kg/ha), na forma de gesso, em Latossolo Vermelho Distrófico.

A ausência de respostas das culturas a adubação sulfatada pode ser atribuída a vários fatores, tais como: elevados teores iniciais de S no solo, ocorrência de formas de S que não foram acessadas pelos métodos de extração utilizados, mineralização da matéria orgânica, entrada de S no sistema via chuva e água de irrigação e possibilidade de absorção de S atmosférico pelos estômatos da planta (Osorio Filho, 2006).

As informações disponíveis na literatura sobre adubação sulfatada do abacaxizeiro são bastante escassas, e o mesmo raramente apresenta deficiências desse elemento. De acordo com Malézieux e Bartholomew (2003), isso pode ser atribuído ao fato de grande parte dos fertilizantes conterem sulfatos, o que supriria a demanda da cultura que não é elevada.

Segundo Paula et al. (1998), a demanda de S pelo abacaxizeiro varia de 17 a 35 kg/ha. Contudo, Silva (2006) estimou que o cultivo do abacaxizeiro 'Pérola', em terceiro cultivo, plantado em sistema de fileira simples, em uma densidade de 41,6 mil plantas/ha e com produtividade esperada de 52 t/ha demandou de 7 a 65 kg/ha de S.

Ao avaliar o efeito de doses de S, aplicadas na forma de sulfato de magnésio, na produção do abacaxizeiro 'Pérola', em Argissolo Vermelho-Amarelo do município de Sapé, estado da Paraíba, Silva (2006) observou efeito positivo das doses na produção, estimando-se doses de máxima eficiência física e econômica de 31 e 28,5 kg/ha, respectivamente.

Ao estudar a fenologia do abacaxizeiro nas condições edafoclimáticas de Santa Rita, Rodrigues (2005) observaram reduções expressivas nos teores foliares de S nas folhas das cultivares Pérola e Smooth Cayenne a partir dos oito meses, registrando-se menores teores aos 12 meses (0,87 e 0,92 g/kg para os cultivares Pérola e Smooth Cayenne, respectivamente). Conforme o autor, os baixos teores foliares de S foram provocados pela aplicação de fórmulas comerciais prontas, isentas de S, o que tende a acentuar as deficiências desse nutriente.

Com relação ao estado nutricional, Malavolta et al. (1997) considera que os teores foliares de S adequados para o abacaxizeiro variam de 2 a 3 g/kg de S.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Localização, clima e solo

O experimento foi conduzido na Fazenda Quandu, localizada no município de Itapororoca, o qual está inserido na microrregião do Litoral Norte, Mesorregião do Agreste Paraibano, e definido pelas seguintes coordenadas geográficas: 06°49'48" S, 35°14'49" O e 81 m de altitude.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante é do tipo As' (quente e úmido), com chuvas de outono-inverno, temperatura média de 25°C e precipitação anual de 1.634.2 mm (CPRM, 2005). Na Figura 1 constam os dados climáticos do município de Itapororoca, registrados durante a condução do experimento.

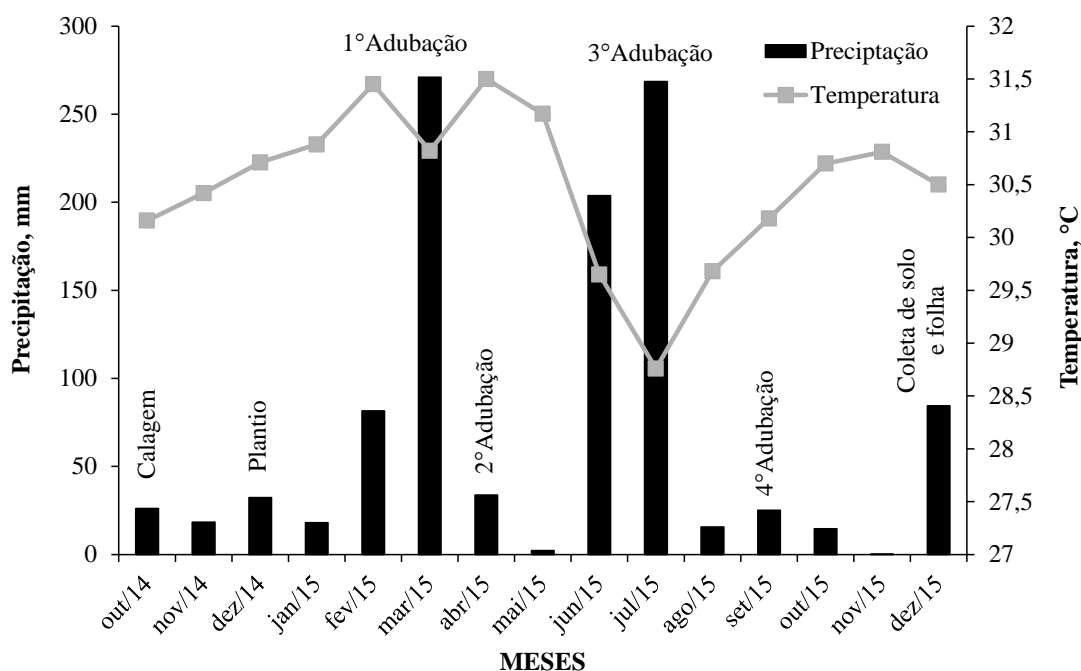


Figura 1. Evolução da precipitação pluviométrica e da temperatura média do ar registradas no município de Itapororoca, durante o período experimental Fonte: AESA (2016) e INMET (2016)

O solo da área experimental está classificado como Argissolo Vermelho Amarelo (EMBRAPA, 2006) e o relevo local é do tipo suave ondulado (BRASIL, 1972). Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo (Tabela 1),

na camada de 0-20 cm, para caracterização química (Tedesco et al., 1995) e física (EMBRAPA, 1997).

Tabela 1. Atributos químicos e físicos do solo da área experimental, na camada de 0-20 cm, antes da instalação do experimento

Atributo químico	Valor	Atributo físico	Valor
pH em água 1: 2,5	4,8 Ae	Areia grossa, g/kg	399,0
MO <sup>1/</sup> , g/kg	18,3 Bx	Areia fina, g/kg	364,0
P <sup>2/</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	25,6 B	Silte, g/kg	74,0
K <sup>2/</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	52,4 M	Argila, g/kg	163,0
Ca <sup>3/</sup> , cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	1,30 M	Classe textural	Arenoso
Mg <sup>3/</sup> , cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	0,25 B	Dens. Solo, g/cm <sup>3</sup>	1,56
S <sup>4/</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	14,2 A	Porosidade total, m <sup>3</sup> m <sup>3</sup>	0,40
Na <sup>2/</sup> , cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	0,19		
H + Al <sup>5/</sup> , cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	5,70 A		
Al <sup>3/</sup> , cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	0,55 M		
SB, cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	1,87 M		
t, cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	2,42 M		
T, cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	7,57 M		
V, %	24, 7 Bx		
B <sup>6/</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	0,40 M		
Cu <sup>2/</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	0,13 Mb		
Fe <sup>2/</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	37,5 B		
Mn <sup>2/</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	25,1 A		
Zn <sup>2/</sup> , mg/dm <sup>3</sup>	0,82 Bx		

MO = Matéria orgânica; SB = Soma de bases (Ca<sup>2+</sup> + Mg<sup>2+</sup> + K<sup>+</sup> + Na<sup>+</sup>); t = SB + Al<sup>3+</sup>; T = SB + (H + Al); V = Saturação por bases = (SB/T) × 100; Ae = acidez elevada; Bx = baixo; B = bom; M = médio; A = alto; Mb = muito baixo, de acordo com Alvarez V. et al., (1999); <sup>1/</sup> Walkley e Black; <sup>2/</sup> Mehlich-1; <sup>3/</sup> KCl; <sup>4/</sup> Fosfato monocálcico; <sup>5/</sup> Acetato de cálcio; <sup>6/</sup> Água quente.

### 3.2. Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, com 26 tratamentos e três repetições, totalizando 78 unidades experimentais. A unidade experimental constou de três fileiras duplas, contendo 12 plantas em cada fileira simples, totalizando 72 plantas por unidade experimental, perfazendo uma área de 13,44 m<sup>2</sup>. No entanto, foi considerada como área útil a fileira dupla central, num total de 24 plantas.

Os tratamentos foram arranjos conforme matriz experimental Plan Puebla III modificada (2<sup>k</sup> + 2k + 1 + 1) e resultaram da combinação de cinco doses de N (1,2; 7,2; 12; 16 e 22,8 g/planta), cinco doses de P (0,48; 2,8; 4,8; 6,7 e 9,1 g/planta P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>), cinco doses de K (1,2; 7,2; 12; 16 e 22,8 g/planta K<sub>2</sub>O) e cinco doses de S (0,48; 2,8; 4,8; 6,7 e 9,1 g/planta) (Tabela 2).

Tabela 2. Níveis e doses de N, P, K e S dos tratamentos avaliados, conforme a matriz Plan Puebla III modificada

Tratamento	Nível				Dose (g/planta)			
	N	P	K	S	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S
1	-0,4	-0,4	-0,4	-0,4	7,2	2,8	7,2	2,8
2	-0,4	-0,4	-0,4	0,4	7,2	2,8	16	6,7
3	-0,4	-0,4	0,4	-0,4	7,2	2,8	7,2	2,8
4	-0,4	-0,4	0,4	0,4	7,2	2,8	16	6,7
5	-0,4	0,4	-0,4	-0,4	7,2	6,7	7,2	2,8
6	-0,4	0,4	-0,4	0,4	7,2	6,7	16	6,7
7	-0,4	0,4	0,4	-0,4	7,2	6,7	7,2	2,8
8	-0,4	0,4	0,4	0,4	7,2	6,7	16	6,7
9	0,4	-0,4	-0,4	-0,4	16	2,8	7,2	2,8
10	0,4	-0,4	-0,4	0,4	16	2,8	7,2	6,7
11	0,4	-0,4	0,4	-0,4	16	2,8	16	2,8
12	0,4	-0,4	0,4	0,4	16	2,8	16	6,7
13	0,4	0,4	-0,4	-0,4	16	6,7	7,2	2,8
14	0,4	0,4	-0,4	0,4	16	6,7	7,2	6,7
15	0,4	0,4	0,4	-0,4	16	6,7	16	2,8
16	0,4	0,4	0,4	0,4	16	6,7	16	6,7
17	-0,9	-0,4	-0,4	-0,4	1,2	2,8	7,2	2,8
18	0,9	0,4	0,4	0,4	22,8	6,7	16	6,7
19	-0,4	-0,9	-0,4	-0,4	7,2	0,48	7,2	2,8
20	0,4	0,9	0,4	0,4	16	9,1	16	6,7
21	-0,4	-0,4	-0,9	-0,4	7,2	2,8	1,2	2,8
22	0,4	0,4	0,9	0,4	16	6,7	22,8	6,7
23	-0,4	-0,4	-0,4	-0,9	7,2	2,8	7,2	0,48
24	0,4	0,4	0,4	0,9	16	6,7	16	9,1
25	0	0	0	0	12	4,8	12	4,8
26	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	1,2	0,48	1,2	0,48

### 3.3. Instalação e condução do experimento

O experimento foi instalado em 17 de dezembro de 2014, após as operações de preparo do solo, que constaram de subsolagem, até a profundidade de 0,40 m, duas gradagens cruzadas e abertura dos sulcos de plantio.

A calagem foi realizada 60 dias antes do plantio, utilizando-se calcário dolomítico (PRNT de 62 %) na dose de 1,0 t/ha. A aplicação foi feita em área total na profundidade de 0,20 m. A necessidade de calagem (NC) foi calculada pelo método da neutralização do  $Al^{3+}$  e suprimento de Ca e Mg (Alvarez V. e Ribeiro, 1999).

Foram utilizadas mudas do tipo filhote, da cultivar Pérola, previamente selecionadas, apresentando peso médio de 578 g e 64 cm de comprimento. As mudas foram plantadas no sistema de fileiras duplas, no espaçamento de  $0,80 \times 0,40 \times 0,40$  m, resultando em uma densidade de 41.666 plantas/ha.

Aos 70 dias após o plantio (dap) foi realizada a primeira adubação, aplicando-se em todos os tratamentos, 6 g/planta da fórmula comercial 20-10-20. Aos 110 dap foi aplicado o restante da dose de P. O restante das doses de N, K e S foi parcelado igualmente em três aplicações aos 110, 200 e 290 dap. As doses de micronutrientes (2,5 g/planta) foram parceladas em duas aplicações (aos 200 e 290 dap).

A aplicação dos adubos, tanto macro quanto micronutrientes, foi feita no solo, junto à base da planta. As fontes de nutrientes utilizadas foram as seguintes: ureia - 45% de N; MAP - 52% de  $P_2O_5$  e 10% de N; sulfato de potássio - 50% de  $K_2O$  e 17% de S; e FTE BR 12 - 9% de Zn, 1,8% de B, 0,8% de Cu, 3% de Fe e 2% de Mn.

O experimento foi conduzido em condições de sequeiro, com irrigação suplementar, por meio de aspersão, nos períodos de menor precipitação.

Durante a condução do experimento foram realizadas as práticas de manejo recomendadas para a cultura pelo sistema de produção local, incluindo capinas manuais e controle preventivo de pragas e doenças (Oliveira et al., 2002).

### **3.4. Variáveis analisadas**

#### **3.4.1. Atributos químicos do solo**

Para avaliar as alterações nos atributos químicos do solo foram coletadas amostras de solo, na camada de 0-0,20 m, aos 345 dap. Foram coletadas, em cada unidade experimental, 15 amostras simples, sendo seis amostras no sulco de plantio, seis amostras a aproximadamente 0,05 m do sulco de plantio e três amostras no ponto médio entre os sulcos de plantio da fileira dupla central.

Após coletadas, as amostras foram encaminhadas para o Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, Campus de Areia. Nas referidas amostras foram determinadas os valores de pH em água e os teores de P disponível, K trocável, S-sulfato e matéria orgânica do solo, conforme metodologias descritas em Tedesco et al. (1995).

#### **3.4.2. Massa da matéria fresca da folha 'D'**

A massa da matéria fresca da folha 'D' foi avaliada aos 345 dap, ou seja, na época da indução floral. Foram coletadas e imediatamente pesadas, em balança digital, um total de cinco folhas 'D', em cada unidade experimental,

#### **3.4.3. Estado nutricional**

Após a obtenção da massa da matéria fresca, as folhas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para o Laboratório de Química e Fertilidade do Solo, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, Campus de Areia.

Em laboratório as folhas foram cortadas, lavadas e secas em estufa de circulação forçada de ar a 65° C, até peso constante. Em seguida as amostras foram moídas em moinho tipo Wiley (malha de 2 mm) e retiradas subamostras para determinação dos teores de N, P, K e S, conforme metodologias descritas em Tedesco et al (1995).

Para os nutrientes N, P e K foi realizada a digestão das amostras utilizando-se água oxigenada, ácido sulfúrico concentrado e mistura digestora (sulfato de sódio, sulfato de cobre e selênio). Após digeridas, o N foi destilado pelo método Kjeldahl e em seguida titulado com ácido sulfúrico. O P foi dosado por espectrofotometria, a 660 nm,

enquanto que o K foi dosado por fotometria de chama. A digestão do enxofre foi realizada utilizando-se ácido nítrico e clorídrico, e a dosagem foi feita por espectrofotometria, a 440 nm.

Os acúmulos de N, P, K e S foram obtidos multiplicando-se o teor dos respectivos nutrientes pela massa da matéria seca da folha 'D'.

#### **3.4.4. Níveis críticos**

Os níveis críticos foliares de N, P, K e S foram estabelecidos de acordo com a metodologia proposta por Alvarez V. (2007) com modificações. A partir da equação de regressão ajustada entre a massa da matéria fresca da folha 'D' em função das doses de N, P, K e S aplicadas, estimou-se a dose desses nutrientes que proporcionaram a máxima massa da matéria fresca da folha 'D'; em seguida, essas doses foram substituídas nas equações de regressão que relacionam as doses de N, P, K e S aplicadas com os teores foliares dos respectivos.

#### **3.5. Análise estatística**

Os resultados foram submetidos à análise de variância e de regressão múltipla ( $p < 0,10$ ). A partir do quadrado médio do resíduo (QMR) do modelo completo obteve-se o valor de F calculado ajustado, que serviu de base para escolha dos parâmetros significativos para o ajuste do modelo, com base nos coeficientes isolados, quadráticos e suas interações. Todos os procedimentos estatísticos foram executados utilizando-se o programa estatístico SAS (Sas Institute, 2011).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Variáveis do solo

#### 4.1.1. pH

Os valores de pH foram influenciados apenas pelas doses de N, observando-se reduções lineares nos valores com a elevação das mesmas (Tabela 3), estimando-se valor mínimo de 4,39, com a maior dose de N (950 kg/ha de N).

Apesar de ter sido feita a correção do solo, os valores de pH apresentaram pequena variação (4,3-4,5), embora foram 0,5 unidades de pH menor em relação aos registrados antes do experimento (Tabela 1). Contudo, se mantiveram dentro da faixa considerada adequada para o abacaxizeiro (4,5-5,5) (Silva, 2006).

Tabela 3. Equações de regressão ajustadas para os valores de pH e teores de P, K, S e matéria orgânica do solo (MOS), na época da indução floral, em função das doses de N, P, K e S

Variável	Equação	R <sup>2</sup>
pH	$\hat{y} = 4,488 - 1 \times 10^{-4**} N$	0,34
P	$\hat{y} = 35,827 + 0,110^+ N + 0,711^{**} P - 0,138^* K + 0,102^+ S - 9 \times 10^{-5} N^2 + 3 \times 10^{-4} P^2 + 1 \times 10^{-4} K^2 - 0,001^* NP - 2 \times 10^{-4} PK - 4 \times 10^{-4} PS + 1 \times 10^{-6} N^2 P + 9 \times 10^{-8} NK^2$	0,87
K	$\hat{y} = 55,174 + 0,021^+ N + 0,089^+ P + 0,738^* K - 0,029^+ S - 7 \times 10^{-4} K^2 - 8 \times 10^{-4} NK + 1 \times 10^{-6} NK^2$	0,77
S	$\hat{y} = 4,259 + 0,016^+ N - 0,04^+ P + 0,087^* K - 0,027^+ S - 6 \times 10^{-5} K^2 - 1 \times 10^{-4} NK + 1 \times 10^{-4} PS + 1 \times 10^{-7} NK^2$	0,66
MOS	$\hat{y} = \bar{Y} = 18,0$	-

\*\* , \* , ° , ° e +: significativo a 1, 5, 10, 20 e >20%, respectivamente, pelo teste F; MOS: matéria orgânica do solo

Tabela 4. Valores de pH e teores de P, K, S e matéria orgânica do solo (MOS), na camada de 0-20 cm na época de indução floral, em função das doses de N, P, K e S aplicadas

Tratamento	Dose				pH	Variável			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S		P	K <sup>+</sup>	S	MOS
	-----g/planta-----					----- mg dm <sup>-3</sup> -----			
1	7,2	2,8	7,2	2,8	4,5	62,9	192,8	13,3	16,0
2	7,2	2,8	16	6,7	4,5	73,0	191,1	16,9	18,9
3	7,2	2,8	7,2	2,8	4,3	76,0	178,3	17,1	16,2
4	7,2	2,8	16	6,7	4,5	102,7	230,5	26,1	19,4
5	7,2	6,7	7,2	2,8	4,4	127,4	226,8	15,6	18,1
6	7,2	6,7	16	6,7	4,4	96,4	219,4	31,0	17,8
7	7,2	6,7	7,2	2,8	4,5	141,1	156,6	14,3	17,4
8	7,2	6,7	16	6,7	4,3	115,7	237,8	27,9	18,0
9	16	2,8	7,2	2,8	4,4	73,3	109,1	8,9	17,6
10	16	2,8	7,2	6,7	4,3	85,2	138,1	10,8	18,9
11	16	2,8	16	2,8	4,4	88,4	280,1	44,7	19,8
12	16	2,8	16	6,7	4,4	73,3	183,4	31,6	17,8
13	16	6,7	7,2	2,8	4,4	102,3	189,0	19,0	17,1
14	16	6,7	7,2	6,7	4,3	91,2	121,3	17,4	18,4
15	16	6,7	16	2,8	4,4	100,6	213,9	18,3	19,8
16	16	6,7	16	6,7	4,4	88,0	317,3	29,4	18,1
17	1,2	2,8	7,2	2,8	4,5	93,1	205,8	20,6	16,3
18	22,8	6,7	16	6,7	4,4	142,2	218,4	23,5	16,7
19	7,2	0,48	7,2	2,8	4,5	51,5	184,8	27,1	19,4
20	16	9,1	16	6,7	4,4	115,4	231,7	25,3	18,1
21	7,2	2,8	1,2	2,8	4,5	95,6	86,3	9,0	18,9
22	16	6,7	22,8	6,7	4,3	142,6	333,7	38,3	17,5
23	7,2	2,8	7,2	0,48	4,4	72,3	166,9	8,4	17,3
24	16	6,7	16	9,1	4,4	111,1	273,1	28,6	17,2
25	12	4,8	12	4,8	4,3	82,4	240,7	23,5	18,3
26	1,2	0,48	1,2	0,48	4,5	47,9	97,1	6,0	18,6

A redução dos valores de pH do solo, em função da elevação das doses de N, pode ser atribuída, em parte, ao poder acidificante das fontes de N utilizadas (ureia e MAP), que geram  $H^+$  ao serem nitrificadas no solo (Cantarella, 2007). Deve-se considerar ainda a acidificação resultante da absorção de nutrientes, especialmente os de natureza catiônica. Neste processo, visando promover o equilíbrio eletroquímico do meio, ocorre o fenômeno fisiológico de extrusão de  $H^+$ , com conseqüente redução do pH da solução externa (Fernandes e Sousa, 2006).

Reduções nos valores de pH do solo, em função do aumento das doses de N, foram também reportadas por Oliveira et al. (2015) ao cultivarem o abacaxizeiro 'BRS Imperial', em Argissolo do município de Porto Seguro, estado da Bahia. Resultados semelhantes foram também obtidos por Silva (2009) e Leonardo (2013) ao avaliarem os efeitos da adubação nitrogenada nas cultivares Vitória e Pérola, em solos dos municípios de Santa Rita e Itapororoca, Estado da Paraíba, respectivamente.

#### **4.1.2. Fósforo**

Os teores de P foram influenciados significativamente ( $p < 0,01$ ) pelas doses de todos os nutrientes avaliados (Tabela 3). Verificaram-se aumentos nos teores de P com a elevação das doses de N, P e S e diminuição dos mesmos com o aumento das doses de K. Por outro lado, observou-se efeito negativo das interações  $P \times N$  e  $K \times S$  sobre os teores de P (Tabela 3).

O acréscimo dos teores de P em função do aumento das doses de N pode ser explicado pelo aumento da acidez do solo, o que teria reduzido as formas de P disponíveis para às plantas, pois a adsorção de P tende a aumentar com a acidificação do solo (Novais et al., 2007).

O aumento dos teores de P em função da elevação das doses de S se deveu ao fato de o S possuir menor preferência de adsorção em relação ao P, e maior propensão as perdas por lixiviação, principalmente em solos de textura arenosa, submetidos à precipitações pluviométricas elevadas, fatores estes presentes na área experimental, o que diminuiria a competição do ânion sulfato com o fosfato no solo (Alvarez V. et al., 2007).

Quanto ao efeito negativo das doses de K sobre os teores de P pode-se considerar a possível ação do íon acompanhante da fonte de K utilizada (sulfato de potássio). Nas doses mais elevadas, o sulfato poderia ter competido com o fosfato pelos sítios de adsorção no solo (Alvarez V. et al., 2007).

Embora os teores de P tenham sido classificados como alto antes da instalação do experimento (Tabela 1), estes se mostraram bastantes elevados na amostragem feita aos 345 dap (Tabela 4). Tais aumentos se devem as quantidades elevadas de P adicionadas via fonte solúvel (MAP) (Novais et al., 2007). Ademais, como as doses de P foram aplicadas, no sulco de plantio, aos 120 dap e próximo das folhas basais, é possível que as raízes do abacaxizeiro não tenham acessado grande parte do P aplicado (Novais et al., 2007). Além disso, a demanda de P pelo abacaxizeiro tende a se intensificar na fase de diferenciação floral (Malézieux e Bartholomew, 2003), o que significa que o pico de absorção de P ainda não tinha ocorrido até a época de coleta das amostras.

#### **4.1.3. Potássio**

Os teores de K também foram influenciados significativamente ( $p < 0,01$ ) pelas doses de todos os nutrientes avaliados, verificando-se aumentos nos teores de K com a elevação das doses de P e K, diminuição com o aumento das doses de S, além de efeito negativo da interação  $N \times K$  (Tabela 3).

A redução dos teores de K com o aumento das doses de S pode ser explicada pela considerável movimentação vertical do par iônico sulfato de potássio, sobretudo em solos de textura arenosa, com baixos teores de matéria orgânica e baixa CTC, submetidos a elevada precipitação pluviométrica, fatores estes presentes nas condições experimentais.

A redução dos teores de K com a elevação das doses de N podem ser atribuída ao efeito antagônico do íon amônio sobre o íon potássio. Em tese, o íon amônio, proveniente da mineralização da ureia, e por um efeito de concentração tende a ocupar as cargas negativas dos colóides do solo e deslocar o K para a solução, expondo-o as perdas por lixiviação (Ernani et al., 2007). Resultados semelhantes foram também relatados por Oliveira et al. (2015) para o abacaxizeiro 'Imperial' em Argissolo Amarelo distrófico típico da região de Porto Seguro, estado da Bahia.

#### **4.1.4. Enxofre**

Os teores de S foram significativamente ( $p < 0,10$ ) influenciados pelas doses de todos os nutrientes avaliados (Tabela 3).

O aumento das doses de P e S promoveram isoladamente decréscimos dos teores de S no solo. No entanto, quando combinadas as doses destes nutrientes promoveram aumentos nos teores de S (Tabela 3), demonstrando que existe um equilíbrio dinâmico entre estes ânions no solo (Alvarez V. et al., 2007).

O aumento das doses de N e K também promoveu elevação dos teores de S no solo (Tabela 3). O efeito positivo do N pode ser atribuído a liberação de S proveniente da mineralização da matéria orgânica do solo (Cantarella, 2007)

Por outro lado, o efeito positivo das doses de K pode ser creditado ao aporte de S via fonte de K utilizada (sulfato de potássio) veiculando, assim, S ao solo.

#### **4.1.5. Matéria orgânica**

Não houve influência das doses dos nutrientes avaliados (N, P, K e S) sobre os teores de matéria orgânica do solo (Tabela 3). Isso pode ser justificado pelo curto período de tempo entre a aplicação das doses e a coleta das amostras, corroborando assim os resultados relatados por Oliveira et al. (2015), ao avaliarem doses de N e K no abacaxizeiro ‘BRS imperial’ no município de Porto Seguro, estado da Bahia.

### **4.2. Variáveis de planta**

#### **4.2.1. Massa da matéria fresca da folha ‘D’**

Os valores de massa da matéria fresca da folha ‘D’(MFFD) foram influenciados positivamente pela elevação das doses de N, K e pelas interações  $N \times P$  e  $K \times S$  (Tabela 5).

O efeito positivo das doses de N é decorrente do baixo teor de matéria orgânica do solo (Tabela 1) e da elevada exigência deste nutriente pelo abacaxizeiro, a qual não pôde ser integralmente suprida pelas quantidades de N disponível no solo.

Tabela 5. Equações de regressão ajustadas e valores de R<sup>2</sup> para as variáveis de planta, em função das doses de N, P, K e S aplicadas

Variável	Equação	R <sup>2</sup>
MFFD	$\hat{y} = 64,816 + 0,028^+N - 0,083^+P + 0,029^{\circ}K - 0,021^+S - 7 \times 10^{-5} N^2 + 0,001^*P^2 - 4 \times 10^{-5} K^2 + 7 \times 10^{-5} KS + 5 \times 10^{-7} NP^2 - 1 \times 10^{-6} NP^2$	0,74
NF	$\hat{Y} = 13,651 + 0,007^+N + 0,005^+K + 0,001^+S - 5 \times 10^{-6} NS - 2 \times 10^{-5} KS$	0,28
PF	$\hat{Y} = 0,760 + 4 \times 10^{-4} N + 5 \times 10^{-4} K - 4 \times 10^{-6} N^2 - 5 \times 10^{-7} K^2$	0,29
KF	$\hat{Y} = 29,393 + 9 \times 10^{-4} N + 0,027^{**}K - 0,018^+S - 2 \times 10^{-5} K^2 + 3 \times 10^{-5} KS$	0,56
SF	$\hat{y} = \bar{Y} = 1,5$	-
ACN	$\hat{Y} = 171,410 + 0,079^{\square}N + 0,076^+K + 0,101^+S - 3 \times 10^{-4} KS$	0,26
ACP	$\hat{Y} = 9,151 + 0,002^+P + 0,030^*S - 7 \times 10^{-5} S^2$	0,24
ACK	$\hat{Y} = 394,767 - 0,188^+N + 0,181^+P + 0,112^+K + 0,223^+S - 1 \times 10^{-4} KS + 2 \times 10^{-4} N^2 - 2 \times 10^{-7} N^2P$	0,42
ACS	$\hat{y} = \bar{Y} = 19,23$	-

\*\* , \* , ° , □ , +: significativo a 1%, 5%, 10%, 20%, >20%, respectivamente pelo teste F. MFFD: massa fresca da folha 'D', NF: nitrogênio foliar, PF: fósforo foliar, KF: potássio foliar, ACN: acúmulo de nitrogênio na folha 'D', ACP: acúmulo de fósforo na folha 'D', ACK: acúmulo de potássio na folha 'D'.

Tabela 6. Massa da matéria fresca da folha 'D', do abacaxizeiro 'Pérola', na indução floral, em função das doses de N, P, K e S avaliadas

Tratamento	Dose (g/planta)				MFFD ---g---
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	
1	7,2	2,8	7,2	2,8	68,2
2	7,2	2,8	16,0	6,7	73,6
3	7,2	2,8	7,2	2,8	71,7
4	7,2	2,8	16,0	6,7	68,9
5	7,2	6,7	7,2	2,8	73,4
6	7,2	6,7	16,0	6,7	82,4
7	7,2	6,7	7,2	2,8	72,2
8	7,2	6,7	16,0	6,7	84,1
9	16,0	2,8	7,2	2,8	64,7
10	16,0	2,8	7,2	6,7	64,9
11	16,0	2,8	16,0	2,8	69,9
12	16,0	2,8	16,0	6,7	78,2
13	16,0	6,7	7,2	2,8	79,4
14	16,0	6,7	7,2	6,7	72,6
15	16,0	6,7	16,0	2,8	70,5
16	16,0	6,7	16,0	6,7	76,5
17	1,2	2,8	7,2	2,8	70,4
18	22,8	6,7	16,0	6,7	83,5
19	7,2	0,5	7,2	2,8	72,1
20	16,0	9,1	16,0	6,7	70,1
21	7,2	2,8	1,2	2,8	68,5
22	16,0	6,7	22,8	6,7	70,1
23	7,2	2,8	7,2	0,5	67,8
24	16,0	6,7	16,0	9,1	78,5
25	12,0	4,8	12,0	4,5	77,3
26	1,2	0,5	1,2	0,5	64,9

O acréscimo dos valores de MFFD com a elevação das doses de N está relacionado ao papel do N como constituinte de aminoácidos, proteínas, ácidos nucleicos, e cloroplastos, que atuam na fotossíntese, e na produção de fotoassimilados e, em consequência, na MFFD (Malézieux e Bartholomew, 2003; Fernandes e Souza, 2006). Aumentos nos valores de MFFD com o aumento das doses de N foram também relatados por Silva et al. (2012) e Cardoso et al. (2013), ambos para o abacaxizeiro ‘Vitória’, e por Rodrigues et al. (2013) para o abacaxizeiro ‘Pérola’, cultivado em Espodossolo Humilúvico de Santa Rita.

As respostas positivas do abacaxizeiro às doses de K, mesmo em solo contendo disponibilidade média deste nutriente, podem ser justificadas pela elevada demanda de K pelo abacaxizeiro, sobretudo quando associadas as doses de N elevadas, e sob condições de solos de textura arenosa e de baixa CTC (Tabela 3).

Resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho foram também encontrados por Rodrigues et al. (2013) e podem ser explicados pela participação do K em diferentes funções fisiológicas das plantas, tais como fotossíntese, regulação osmótica e ativação de enzimas relacionadas com o metabolismo de carboidratos e proteínas.

O efeito positivo da interação  $N \times P$ , demonstra que as respostas do abacaxizeiro às doses de N estão vinculadas ao adequado suprimento de P. Isso se deve a participação do P no metabolismo do N, pois os mesmos interagem de forma sinérgica, sendo que o fornecimento de ambos, em doses adequadas, promove um maior aumento na produção vegetal (Araújo e Machado, 2006).

O efeito positivo da interação  $K \times S$  indica que os efeitos positivos do K na elevação do peso da folha ‘D’ estão condicionados ao fornecimento de doses adequadas de S. Isso se deve ao fato do K atuar como ativador e/ou cofator de enzimas envolvidas no metabolismo de proteínas, as quais têm na sua constituição o elemento S (Alvarez V. et al., 2007).

#### **4.2.2. Nitrogênio foliar**

Observou-se que os teores foliares de N foram aumentados com a elevação das doses de N e K isoladamente. Contudo, quando estes nutrientes estiveram associados ao S foram registrados decréscimos nos teores foliares de N (Tabela 5).

Os maiores teores de N (19,1g/kg) foram obtidos com a aplicação das doses de 16 g/planta de N e K. Contudo, quando essas doses foram combinadas com doses crescentes de S constatou-se redução dos teores de N, os quais passaram de 23,6 g/kg obtido com a dose de 2,8 g/planta de S para 17,6 g/kg com a dose de 9,1 g/planta de S (Tabela 7). O efeito negativo das doses de S pode ter sido provocado por um desbalanceamento aniônico, devido ao estreitamento da relação N/S entre as doses aplicadas, a qual teria se refletido negativamente no estado nutricional das plantas (Alvarez V. et al., 2007).

Os teores de N do presente trabalho (13,5-25,3 g/kg) são superiores aos (12,9 g/kg de N) encontrados por Veloso et al. (2001), para o abacaxizeiro 'Pérola' em Latossolo Amarelo distrófico do Pará em doses entre 0-18 g/planta de N. Vale ressaltar, entretanto, que ao contrário deste trabalho o autor realizou a análise foliar apenas aos 540 dap. Os teores foram superiores também aos obtidos (12,2 g/kg de N) por Rodrigues et al. (2013) para o abacaxizeiro 'Pérola' em Espodosolo Humilúvico na Paraíba com doses entre 300 e 450 kg/ha de N.

O acúmulo de N foi influenciado positivamente pelas doses de N, K, S e pela interação  $K \times S$  (Tabela 5), estimando acúmulo máximo de 283 mg/folha de N, com as doses de 22,8 g/planta de N, 1,2 g/planta de K e 9,1 g/planta de S (Tabela 7).

O efeito positivo de N sobre o acúmulo desse nutriente é decorrente do efeito positivo das doses sobre a massa da matéria fresca da folha 'D' e sobre os teores foliares de N (Tabelas 5). Quanto ao efeito positivo do K, o mesmo pode ser atribuído ao fato do K ser requerido para a síntese proteica e ativação enzimática, bem como na atividade fotossintética, desempenhando assim, importante papel no metabolismo do N.

Por outro lado, o efeito positivo do S parece estar relacionado ao papel do S na constituição de aminoácidos e proteínas, além da atuação do mesmo na redutase do nitrito que resulta em uma maior assimilação de N (Fernandes e Souza, 2006).

Tabela 7. Teores de N, P, K e S na folha 'D' de abacaxizeiro 'Pérola' na indução floral, em função das doses de N, P, K e S avaliadas

Tratamento	Dose				Teor			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	N	P	K	S
	-----g/planta-----				-----g/kg-----			
1	7,2	2,8	7,2	2,8	15,2	0,92	36,4	1,31
2	7,2	2,8	16,0	6,7	14,8	1,08	38,6	1,42
3	7,2	2,8	7,2	2,8	15,7	1,05	37,9	1,42
4	7,2	2,8	16,0	6,7	14,3	0,86	35,1	1,39
5	7,2	6,7	7,2	2,8	15,8	1,02	33,8	1,34
6	7,2	6,7	16,0	6,7	15,4	1,05	40,1	1,37
7	7,2	6,7	7,2	2,8	15,5	0,91	34,1	1,50
8	7,2	6,7	16,0	6,7	14,1	1,00	34,9	1,46
9	16,0	2,8	7,2	2,8	17,2	1,01	37,2	1,44
10	16,0	2,8	7,2	6,7	15,9	0,99	33,8	1,41
11	16,0	2,8	16,0	2,8	21,9	0,89	36,7	1,60
12	16,0	2,8	16,0	6,7	21,5	1,00	37,5	1,70
13	16,0	6,7	7,2	2,8	17,1	0,98	33,1	1,41
14	16,0	6,7	7,2	6,7	20,1	0,93	30,2	1,60
15	16,0	6,7	16,0	2,8	25,3	0,91	34,1	1,64
16	16,0	6,7	16	6,7	14,6	0,83	37,1	1,83
17	1,2	2,8	7,2	2,8	13,5	0,84	34,1	1,53
18	22,8	6,7	16,0	6,7	14,1	0,86	40,2	1,55
19	7,2	0,5	7,2	2,8	17,9	0,88	34,9	1,53
20	16,0	9,1	16,0	6,7	22,1	0,94	39,1	1,55
21	7,2	2,8	1,2	2,8	21,5	0,83	31,5	1,60
22	16,0	6,7	22,8	6,7	17,3	0,82	35,4	1,44
23	7,2	2,8	7,2	0,5	14,9	0,88	34,0	1,53
24	16,0	6,7	16,0	9,1	17,6	0,79	36,4	1,46
25	12,0	4,8	12	4,8	17,4	0,96	36,0	1,63
26	1,2	0,5	1,2	0,5	16,0	0,84	27,7	1,32

### 4.2.3. Fósforo foliar

Os teores foliares de P foram influenciados positivamente pelas doses de N e K, estimando-se teor máximo de 0,89 g/kg de P com as doses de 1,2 g/planta de N e 12 g/planta de K (Tabela 5).

Os incrementos promovidos pelas doses de N sobre os teores foliares de P podem ser explicados pelo efeito benéfico da adubação nitrogenada sobre o crescimento e absorção de nutrientes pela planta, inclusive P, o qual já se encontrava em teores considerados altos no solo (Tabela 1). Ademais, esse efeito é decorrente do efeito sinérgico existente entre esses dois nutrientes (Araújo e Machado 2006).

Com relação ao efeito positivo das doses de K, especula-se que uma vez suprida a demanda elevada de K pela cultura, esta apresentou adequado crescimento e desenvolvimento, o que influenciou positivamente na absorção de nutrientes, inclusive o P.

Veloso et al. (2001), observaram decréscimo nos teores foliares de P do abacaxizeiro 'Pérola' com o aumento das doses de N e K, fato que atribuíram a um possível efeito de diluição do P. Guarçoni e Ventura (2011) também registraram decréscimos nos teores de P com o incremento das doses de N, fato que associaram a inibição competitiva do nitrato com o fosfato. Contudo, os autores não observaram efeito das doses de K sobre os teores foliares de P.

Apesar de não ter sido observado efeito significativo nos teores de P e nos valores de MFFD, observou-se que o acúmulo de P foi influenciado positivamente pelas doses de P e S (Tabela 6), estimando-se acúmulo máximo de 13,1 mg/folha com a aplicação de 9,1 e 5,13 g/planta de P e S, respectivamente. O efeito positivo das doses de P e S sobre o acúmulo de P se deve ao efeito sinérgico entre esses nutrientes, pois a presença de um deles influencia positivamente a absorção do outro (Alvarez V. et al., 2007).

### 4.2.4. Potássio foliar

Foram registrados aumentos nos teores foliares de K com a elevação das doses de N e K e redução com o aumento das doses de S. Contudo, observou-se efeito

positivo da interação entre as doses de K e S, estimando-se teor máximo de 41,8 g/kg de K obtido com as doses máximas de N, K e S (Tabela 5).

O aumento dos teores de K em função da elevação das doses de N pode ser atribuído ao fato do N ser responsável pela formação de compostos nitrogenados importantes para a divisão celular e, assim, ter promovido maior crescimento radicular, o que permitiu maior volume de solo explorado pelas raízes e conseqüentemente maior absorção de K. Rodrigues et al. (2013) também constataram tendência de maiores incrementos nos teores foliares de K do abacaxizeiro 'Pérola' com o aumento das doses de N.

O efeito negativo das doses de S sobre os teores foliares de K pode estar associado com a fonte de K utilizada. Provavelmente, a aplicação de doses elevadas de sulfato de potássio teria contribuído para intensificar o processo de lixiviação de K, pela formação de pares iônicos do sulfato com o K.

No que se refere ao efeito positivo da interação  $K \times S$  destaca-se que o K atua como ativador e/ou cofator de enzimas envolvidas no metabolismo proteico, sendo parte dessas proteínas constituídas de S (Alvarez V. et al., 2007). Os resultados obtidos neste trabalho discordam dos obtidos por Teixeira et al. (2011), ao reportarem diminuição dos teores foliares de K quando o suprimento de N foi feito na forma de sulfato de amônio, fato que atribuíram ao efeito antagônico entre os íons amônio e potássio.

Com relação ao acúmulo de K, observou-se efeito positivo das doses de P, K e S e negativo das doses de N, sendo estimado acúmulo máximo de 610 mg/folha de K com as doses de 1,2 g/planta de N, 9,1 g/planta de P, 22,8 g/planta de K e 9,1 g/planta de S (Tabela 5).

O efeito positivo das doses de P pode ser explicado pelas funções desempenhadas por esse nutriente em processos fisiológicos chaves, incluindo fotossíntese, respiração, transferência energética e divisão e crescimento radicular. Por outro lado, o S atua como constituinte de aminoácidos, proteínas, além de ser constituinte e ativador de diversos sistemas enzimáticos (Taiz e Zeiger, 2004).

Quanto ao efeito negativo das doses de N é provável que o mesmo possa ter sido provocado por um efeito de diluição, pois como as funções do N estão ligadas ao crescimento vegetal é possível que o mesmo tenha estimulado a produção de matéria seca, com conseqüente redução dos teores foliares de K (Taiz e Zeiger, 2004).

#### 4.2.5. Enxofre foliar

O teor foliar de S não foi influenciado pelas doses dos nutrientes avaliados, inclusive às de S, estimando-se teor médio de 1,5 g/kg de S (Tabela 5). A ausência de resposta do abacaxizeiro às doses de S pode ser explicada pelos altos teores de S no solo (Tabela 1), os quais teriam suprido a demanda nutricional da cultura, e possivelmente devido a contribuição do S proveniente da mineralização da matéria orgânica do solo.

Tiecher et al. (2013) também não observaram resposta à adubação sulfatada (0 – 20 kg/ha de S-gesso) para as culturas do trigo, milho e feijão-de-porco, mesmo os solos contendo baixos teores de S, fato que atribuíram ao possível aporte de S atmosférico (Alvarez V. et al., 2007).

Os teores foliares máximos de S encontrados neste trabalho (1,7 g/kg) ficaram abaixo da faixa considerada adequada (2,0-3,0 g/kg) por Malavolta et al. (1997) e do teor máximo de 1,84 g/kg encontrado por Marques et al. (2013) para a cultivar Smooth Cayenne. Contudo, as plantas não exibiram sintomas de deficiência desse nutriente, indicando possivelmente diferenças entre as cultivares quanto às exigências nutricionais em termos de S.

Não houve influência das doses de N, P, K e S avaliadas no acúmulo de S, estimando-se valor médio de 19,2 mg/folha (Tabela 5). A ausência de resposta do acúmulo de S às doses dos nutrientes avaliados são decorrentes da ausência de efeito destes nutrientes sobre os teores de S, devido às diversas possibilidades de entradas de S no sistema solo-planta (Osorio Filho, 2006).

Tabela 8. Acúmulos de N, P, K e S na folha 'D' do abacaxizeiro 'Pérola' na indução floral em função das doses de N, P, K e S avaliadas

Tratamento	Dose				Acúmulo			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	S	N	P	K	S
	---g/planta---				----- mg -----			
1	7,2	2,8	7,2	2,8	184,71	11,23	441,14	15,55
2	7,2	2,8	16	6,7	201,71	14,70	527,96	18,91
3	7,2	2,8	7,2	2,8	210,91	14,32	514,44	18,60
4	7,2	2,8	16	6,7	162,02	9,89	403,71	15,17
5	7,2	6,7	7,2	2,8	205,75	13,36	439,52	16,47
6	7,2	6,7	16	6,7	223,79	15,33	583,15	18,24
7	7,2	6,7	7,2	2,8	209,15	12,32	465,60	20,01
8	7,2	6,7	16	6,7	219,40	15,54	544,30	22,16
9	16,0	2,8	7,2	2,8	202,63	11,88	436,97	16,91
10	16,0	2,8	7,2	6,7	201,15	12,46	423,83	17,60
11	16,0	2,8	16	2,8	272,66	10,94	448,39	19,69
12	16,0	2,8	16	6,7	287,75	13,45	506,41	21,93
13	16,0	6,7	7,2	2,8	240,80	13,85	463,85	18,30
14	16,0	6,7	7,2	6,7	293,69	12,87	414,48	20,65
15	16,0	6,7	16	2,8	325,43	11,48	426,67	20,53
16	16,0	6,7	16	6,7	200,41	11,46	511,06	22,25
17	1,2	2,8	7,2	2,8	171,69	10,73	436,00	19,00
18	22,8	6,7	16	6,7	210,36	13,01	604,90	22,58
19	7,2	0,5	7,2	2,8	246,14	11,69	475,46	20,88
20	16,0	9,1	16	6,7	283,10	11,95	499,80	19,50
21	7,2	2,8	1,2	2,8	288,09	10,82	416,34	21,27
22	16,0	6,7	22,8	6,7	241,68	10,84	480,50	19,39
23	7,2	2,8	7,2	0,5	177,02	10,33	400,88	17,26
24	16,0	6,7	16	9,1	232,30	10,23	483,78	19,33
25	12,0	4,8	12	4,8	240,57	13,29	498,70	22,17
26	1,2	0,5	1,2	0,5	200,34	10,47	347,62	15,68

### 4.3. Níveis Críticos

#### 4.3.1. Nitrogênio

A massa da matéria fresca da folha ‘D’ aumentou com as doses de N aplicadas até a dose máxima estimada de 461 kg/ha de N, com a qual se estimou massa máxima de 75,6 g (Figura 2). Doses de N acima da citada, além de elevar o custo de produção, promovem o desenvolvimento excessivo das folhas e o acamamento das plantas, uma vez que a disponibilidade do nutriente passa a ser excessivo gerando desequilíbrios nutricionais. Além disso, o excesso de N provoca atraso no florescimento, alongamento no pedúnculo, tombamento e má qualidade dos frutos (Paula et al., 1998).

Em relação ao teor foliar de N, houve resposta crescente ao aumento das doses de N. O teor foliar de N passou de 14,8 g/kg com a dose de 50 kg/ha de N para 17,3 g/kg, com a dose de 461 kg/ha de N (Figura 2), dose esta que proporcionou a maior massa da folha ‘D’. Em função disso, o teor de 17,3 g/kg considerado o teor crítico de N para o abacaxizeiro, refletiu um aumento de 15 % do teor foliar de N.

O nível crítico de N determinado neste trabalho foi superior ao teor de 14,3 g/kg reportado por Angeles et al. (1990) e a faixa de 15-17 g/kg sugerida por Malezieux e Bartholomew (2003). Foi superior também ao teor de 15,1 g/kg observado por Silva et al. (2012), para o abacaxizeiro ‘Vitória’ em solos de Tabuleiros Costeiros da Paraíba, e ao teor de 12 g/kg de N estimado por Teixeira et al. (2009) para o abacaxizeiro ‘Smooth Cayenne’ no Estado de São Paulo. Contudo, o teor de 17,3 g/kg estimado neste trabalho se assemelha aos 17,2 g/kg de N obtidos por Guarçoni e Ventura (2011) para o abacaxizeiro ‘MD-2’, cultivado em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico do estado do Espírito Santo.

Tais diferenças podem ser atribuídas as diferenças nas demandas nutricionais entre as cultivares, condições edafoclimáticas e de manejo dos experimentos.

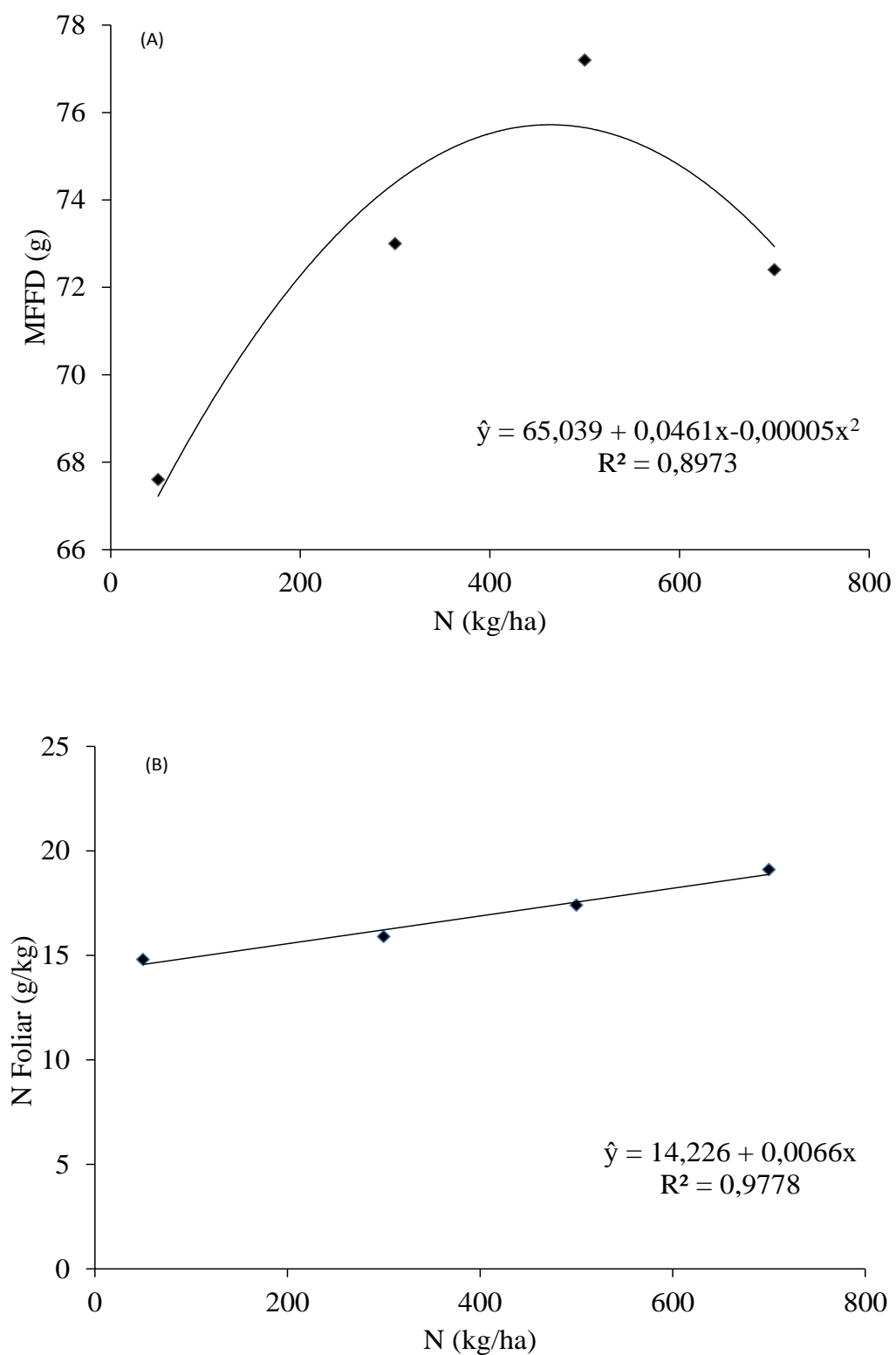


Figura 2. Massa da matéria fresca (A) e teor de N da folha 'D' (B), de abacaxizeiro 'Pérola' em função das doses de N avaliadas

### 4.3.2. Fósforo

A massa da matéria fresca da folha 'D' aumentou com as doses de P aplicadas até a dose máxima estimada de 232 kg/ha de P, com a qual se estimou a massa máxima de 75,4 g (Figura 3). Doses de P acima da citada, além de elevar o custo de produção, aceleram a frutificação e a maturação dos frutos, numa época em que as reservas de carboidratos e proteínas ainda não são suficientes para produzir mais polpa, o que resulta em diminuição da produção (Paula et al., 1998).

Em relação ao teor foliar de P, houve resposta crescente com o aumento das doses desse nutriente. O teor foliar de P passou de 0,86 g/kg na dose 20 kg/ha de P para 0,94 g/kg, na dose de 232 kg/ha (Figura 3), dose esta que proporcionou a maior massa fresca da folha 'D'. Além disso, o teor de 0,94 g/kg, considerado o teor crítico de P para o abacaxizeiro neste trabalho, representou um aumento de 10 % no teor foliar de P.

O nível crítico de P determinado neste trabalho (0,94 g/kg) se mostrou inferior aos valores de 1,4 g/kg reportado por Angeles et al. (1990) e de 1,5 g/kg sugerido por Sema et al. (2010) para solos da Índia, utilizando a cultivar Kew. Para o cultivar MD-2, Guarçoni e Ventura (2011) reportaram teor ótimo de 2,1 g/kg de P, superando, também o teor encontrado neste trabalho. Contudo, o teor de P encontrado no presente trabalho foi idêntico ao teor de P encontrado por Teixeira et al. (2009) para o abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' no Estado de São Paulo.

A variação dos níveis críticos de P obtidos neste trabalho e os reportados na literatura podem ser atribuída além das diferenças na forma de obtenção dos dados (experimento vs levantamento), as diferentes exigências nutricionais das cultivares quanto a demanda de P, e possivelmente a época de aplicação dos adubos, pois ao contrário dos demais trabalhos as doses de P no presente estudo foi aplicada apenas aos 90 dap.

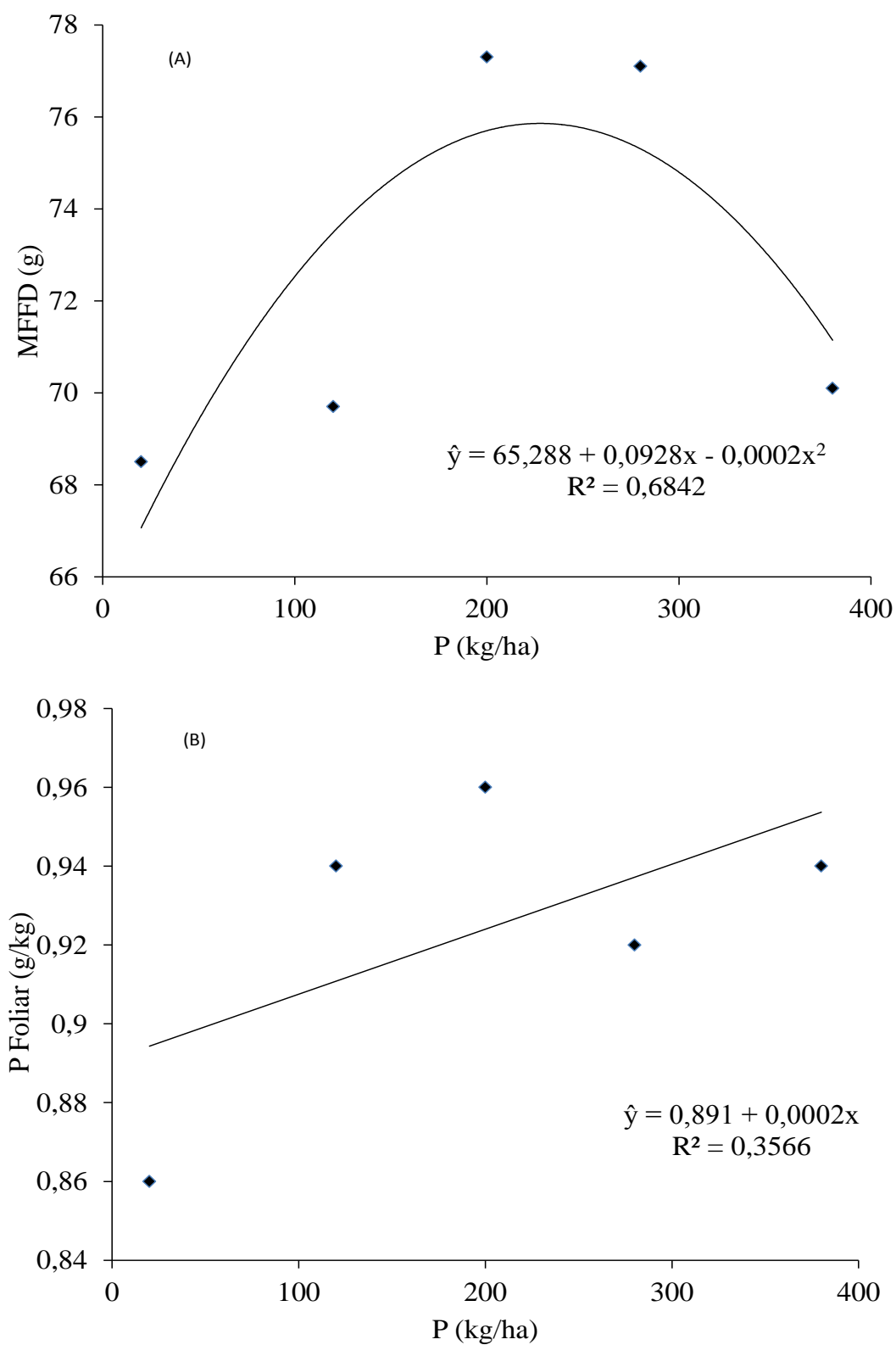


Figura 3. Massa da matéria fresca (A) e teor de P da folha 'D' (B), de abacaxizeiro 'Pérola' em função das doses de P avaliadas

### 4.3.3. Potássio

A massa da matéria fresca da folha 'D' aumentou com as doses de K aplicadas até a dose máxima estimada de 546 kg/ha de K, com a qual se estimou a massa máxima de 73,6 g (Figura 4). Doses de K acima da citada, além de elevar o custo de produção, podem induzir a deficiência de Mg, provocar maturação incompleta, tardia e comprometimento dos atributos de qualidade dos frutos (Paula et al., 1998).

Em relação ao teor foliar de K, houve resposta crescente com o aumento das doses de K. O teor foliar de K passou de 29,6 g/kg na dose 50 kg/ha de K para 34,9 g/kg, na dose de 546 kg/ha de K (Figura 4), dose esta que proporcionou a maior massa fresca da folha 'D'. Ainda, o teor de 34,9 g/kg, considerado o teor crítico de K para o abacaxizeiro 'Pérola' neste trabalho, representou aumento de 18 % do teor foliar de K.

O nível crítico determinado neste trabalho se mostrou superior ao 27,0 g/kg reportado por Angeles et al. (1990) e aos 21,4 g/kg estimados por Teixeira et al. (2009) para o abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' no Estado de São Paulo. Foram menores, entretanto, em relação aos 43,6 g/kg encontrados por Guarçoni e Ventura (2011) para o abacaxizeiro 'MD-2', cultivado em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico do Espírito Santo.

A variação dos níveis críticos de K obtidos neste trabalho e os reportados na literatura podem ser atribuídos as diferentes exigências nutricionais entre as cultivares, e adicionalmente às condições edafoclimáticas. Além disso, os teores elevados de K encontrados neste trabalho podem ser atribuídos ao fato de que o solo da área experimental, mesmo antes da adubação, já apresentava teores de K considerados altos. Com isso a planta teve K disponível acima da sua demanda nutricional (consumo de luxo) durante a fase de crescimento vegetativo, sem que a quantidade de K absorvida se refletisse em maior rendimento de massa fresca (Alvarez V. et al., 2007).

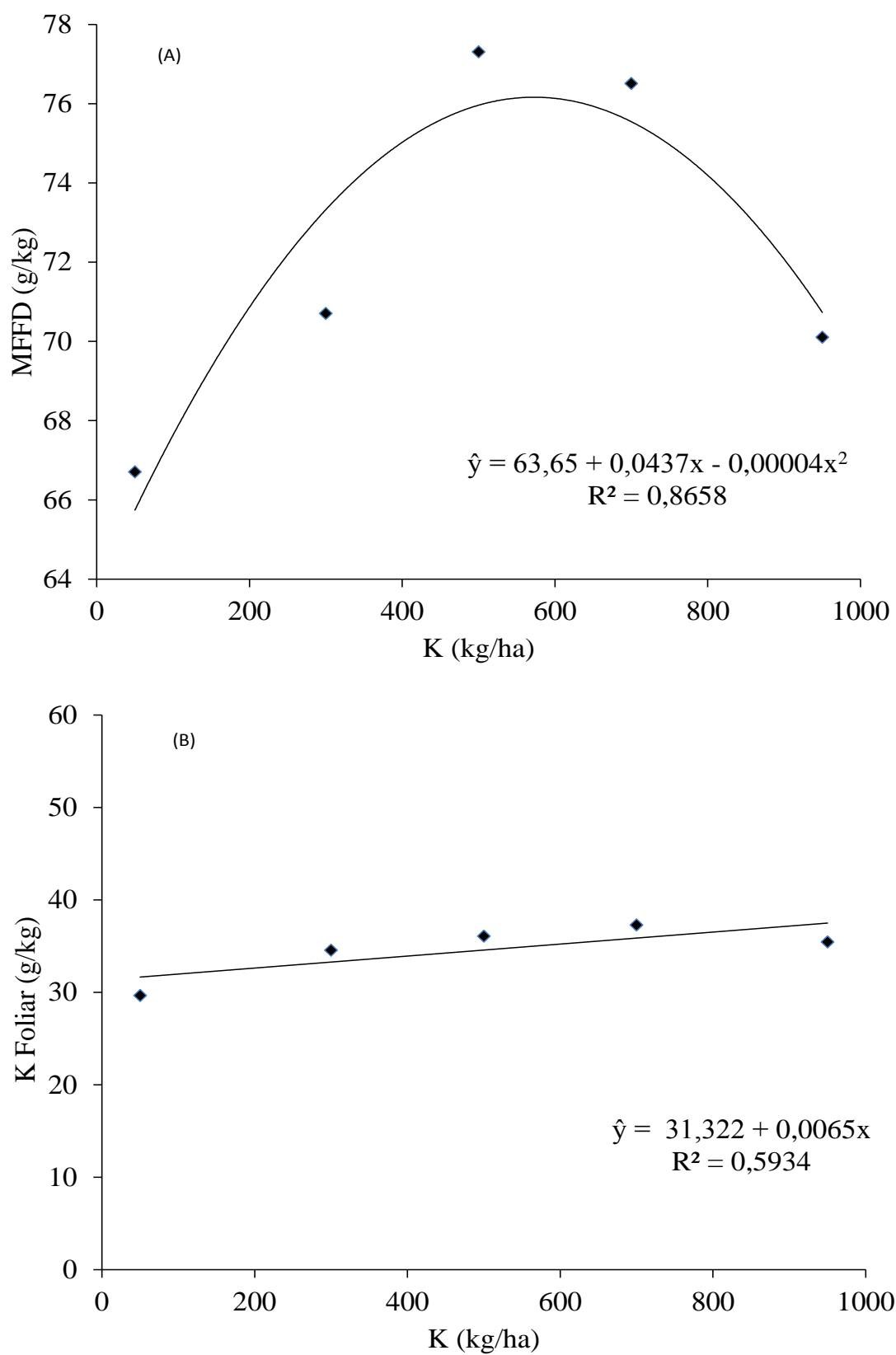


Figura 4. Massa da matéria fresca (A) e teor de K da folha 'D' (B), de abacaxizeiro 'Pérola' em função das doses de K avaliadas

#### 4.3.4. Enxofre

A massa da matéria fresca da folha 'D' aumentou com as doses de S aplicadas até a dose máxima de 378 kg/ha de S, com a qual se estimou a massa máxima de 76,5 g (Figura 5). Doses de S acima da citada, além de elevar o custo de produção, promovem o desenvolvimento excessivo das folhas e o acamamento das plantas, uma vez que o aumento do nutriente disponível passa a ser excessivo, gerando um desequilíbrio nutricional; provocam também atraso no florescimento, alongamento no pedúnculo, tombamento e má qualidade dos frutos (Paula et al., 1998).

Em relação ao teor foliar de S, houve resposta crescente ao aumento das doses de S. O teor foliar de S passou de 1,4 g/kg na dose 20 kg/ha de S para 1,5 g/kg na dose de 380 kg/ha de S (Figura 5), dose esta que proporcionou a maior massa da folha 'D'. Portanto, o teor de 1,53 g/kg, considerado o teor crítico de S para o abacaxizeiro 'Pérola' neste trabalho, foi 9,0 % superior ao teor registrado na menor dose.

O nível crítico determinado neste trabalho foi inferior a faixa de 2,0 - 3,0 g/kg reportada por Malavolta et al. (1997). Contudo, se mostrou compatível com o teor de 1,45 g/kg de S encontrados por Ramos et al. (2009) para o abacaxizeiro 'Imperial'.

Ao contrário dos demais nutrientes ainda existem poucas informações sobre os teores foliares de S adequados para o abacaxizeiro, o que compromete comparações mais aprofundadas. Todavia, os teores abaixo dos considerados adequados pela literatura encontrados neste trabalho podem estar relacionados aos baixos teores de matéria orgânica do solo e a textura arenosa do solo. O S é facilmente lixiviado em solos de textura arenosa, devido sua fraca adsorção nos coloides. Ademais, ânions como o fosfato e o nitrato aplicados em grandes quantidades, podem competir pelos sítios de adsorção de S do solo (Alvarez V. et al., 2007).

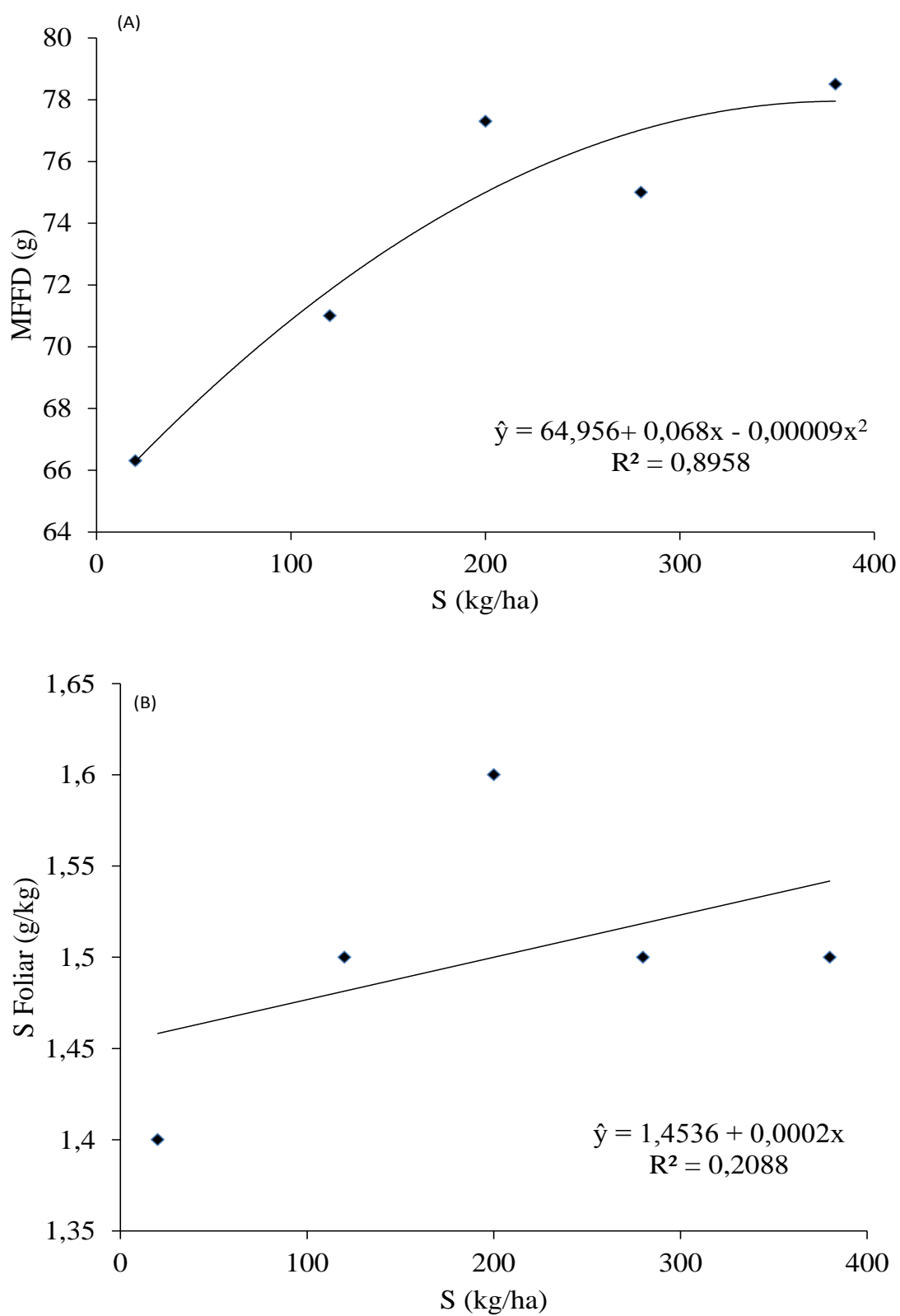


Figura 5. Massa da matéria fresca (A) e teor de S da folha 'D' (B), de abacaxizeiro 'Pérola' em função das doses de S avaliadas

## 5. CONCLUSÕES

O aumento das doses de N acidificou o solo e juntamente com as doses de P, K e S não influenciou os teores de matéria orgânica; contudo, os teores de P, K e S no solo aumentaram com as doses dos respectivos nutrientes;

As doses de N, P, K e S aumentaram a massa da folha 'D', sendo as respostas às doses de P e S condicionadas às doses de N e K, respectivamente;

As doses de N e K aumentaram os teores de N e K e os acúmulos de N, mas, as doses de N diminuíram os acúmulos de K;

Os teores foliares de P aumentaram com as doses de N e K, enquanto que os acúmulos foram incrementados com as doses de P e S; as doses dos nutrientes não influenciaram os teores de S;

Os níveis críticos foliares de N, P, K e S encontrados para o abacaxizeiro 'Pérola' foram de 17,3; 0,94; 34,9 e 1,5 g/kg, respectivamente.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVAREZ V., V.H.; RIBEIRO, A.C. Calagem In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G. e ALVAREZ V., V.H. (eds.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª aproximação.** Viçosa: CFSEMG, 1999, 359p.

ALVAREZ V., V.H.; ROSCOE, R.; KURIHARA, C.H.; PEREIRA, N.de F. **Enxofre.** In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do Solo. Viçosa: SBCS, 2007. p.545-644.

ALVAREZ V.; V.H.; NOVAIS, R.F. de; BARROS, N.F. de; CANTARUTTI, R.B.; LOPES, A.S. Interpretação dos resultados da análise de solos. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª aproximação.** Viçosa: UFV, 1999. p.25-32.

ALVAREZ, J.W R. **Disponibilidade e resposta de culturas ao enxofre em solos do Rio Grande do Sul.** 2004. 84 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Universidade Federal de Santa Maria, 2004.

ANGELES, D.E.; SUMNER, M.E.; BARBOUR, N.W. Preliminary nitrogen, phosphorus and potassium DRIS norms for pineapple. **Hortscience**, v.25, n.6, p.652-655,1990.

ARAÚJO, A.P.; MACAHADO, C.T.T. **Fósforo.** In: FERNANDES, M.S. (ed). Nutrição mineral de plantas. Viçosa-MG: SBCS. 2006. p115-152.

BATAGLIA, O.C.; SANTOS, W.R. **Estado nutricional de plantas perenes: avaliação e monitoramento: diagnose foliar.** 96. ed. Campinas: 8p. 2001.

BARREIRO NETO, M.; LEITE, G.M.; FREIRE, A.L.; FRANCO, C.F.O. Efeitos da seca sobre a Abacaxicultura no agreste e na Mata paraibana no triênio 2009-2011. **Tecnologia e ciência agropecuária**, João Pessoa, V.8, n.2, p. 53-59, 2014

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).

CAETANO, L.C.S.; VENTURA, J.A.; COSTA, A.F.S.C.; GUARÇONI, R.C. Efeito da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio no desenvolvimento, na produção e na qualidade de frutos do abacaxi ‘vitória’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p.883-890, 2013.

CANTARELLA, H. **Nitrogênio.** In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do Solo. Viçosa: SBCS, 2007. p.376-449.

CARDOSO, M.M.; PEGORARO, F.R.; MAIA, V.M.; KONDO, M.K.; FERNANDES, L.A. Crescimento do abacaxizeiro ‘Vitória’ irrigado sob diferentes densidades

populacionais, fontes e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p.769-781, set. 2013.

CHOAIRY, S. A.; FERNANDES, P.D. Adubação fosfatada para produção de abacaxi 'smooth cayenne' na região de sapé, Paraíba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 2, n. 21, p.105-109, fev. 1986.

CHOAIRY, S.A.; FERNANDES, P.D. Adubação NPK em abacaxi (*Ananas comosus* L., cv. Smooth Cayenne). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.6, n.1, p. 67-76, 1981.

CHOAIRY, S.A.; LACERDA, J.T.; FERNANDES, P.D. Adubação líquida e sólida de nitrogênio e potássio em abacaxizeiro Smooth Cayenne na Paraíba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, n. 25, n.5, p.733-737, 1990.

CPRM – COMPANHIA DE RECURSOS MINERAIS. **Diagnóstico do município de Itapororoca estado da Paraíba**. Recife: CPRM/PRODEEM. 2005. 10p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, 2006. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p.

ERNANI, P.R.; ALMEIDA, J.A.; SANTOS, F.C. **Potássio**. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do Solo. Viçosa: SBCS, 2007. p.551-594.

FERNANDES, M.S. & SOUSA, S.R. **Absorção de nutrientes**. In: FERNANDES, M.S. (ed). Nutrição mineral de plantas. Viçosa-MG: SBCS. 2006. p115-152.

FURTINI NETO, A.E; FERNANDES, L.A; FAQUIM, V; DA SILVA, I.R; ACCIOLY, A.M.A. Resposta de cultivares de feijoeiro ao S. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 3, p.567-573, 2000.

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 Ciência do Solo**, v.35, n.4, p.1367-1376, 2011.

HEPTON, A. Cultural system. In: BARTHOLOME W, D.P.; PAUL, R.E. e ROHRBACH, K.G., eds. **The Pineapple: Botany, production and uses**. Honolulu, CAB, 2003. p.109-142.

IUCHI, V.L. **Efeito de sulfato de amônio, superfosfato simples e sulfato de potássio sobre algumas características da planta e qualidade do fruto do abacaxizeiro, *Ananas comosus* (L.) Merr., variedade Smooth Cayenne**. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1978. 61 p. (Tese de Mestrado).

LACERDA, J.T.; CHOAIRY, S.A. Adubação mineral em abacaxizeiro pérola na Paraíba In: BARREIRO NETO, M.; SANTOS, E.S. **Abacaxicultura: contribuição tecnológica**. João Pessoa: EMEPA, 1999, p. 57-78.

LEONARDO, F.A. P; PEREIRA, W.E; SILVA, S.M. Teor de clorofila e índice SPAD no abacaxizeiro cv. Vitória em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p.377-383, 2013.

- LEONARDO, F.A.P. **Atributos químicos do solo, crescimento, produção e qualidade de infrutescências do abacaxizeiro ‘Vitória’ em função de fontes de adubação nitrogenada.** 2013. 108 f. Tese (Doutorado em agronomia) – Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2013.
- LUCAS, F.T.; COUTINHO, E.L.M.; PAES, J.M.V.; BARBOSA, C.J. Produtividade e qualidade de grãos de canola em função da adubação nitrogenada e sulfatada. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p.3205-3218, 2013.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** 2 ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.
- MALÉZIEUX, E. e BARTHOLOMEW, D.P. Plant nutrition. In: BARTHOLOMEW, D.P.; PAUL, R.E. e ROHRBACH, K.G., eds. **The Pineapple: Botany, production and uses.** Honolulu, CAB, 2003. p.143-165.
- MARQUES, L. S.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.; TEIXEIRA FILHO, M.C.M.; GARCIA, C.M.de P. Análise química da folha “D” de abacaxizeiro cv. Smooth cayenne antes e após a indução floral em função de doses e parcelamentos de nitrogênio. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 29, n. 1, p.41-50, 2013.
- NOGUEIRA, M.A.; LUCAS, A.F.; SILVA, L.G.; SOUZA, L.C.; SOUZA, I.B. Ensaio de adubação NPK em abacaxi nos Tabuleiros Costeiros do Nordeste. **Pesquisa Agropecuária do Nordeste**, Recife, v. 2, n.2, p.57-71, 1970.
- NOGUEIRA, M.A.; MELO, W.J. Sulphur availability to soybean and arilsulphatase activity in a soil treated with phosphogypsum. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 27, n. 4, p. 655-663, 2003.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. **Fósforo.** In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. Fertilidade do Solo. Viçosa: SBCS, 2007. p.375-470.
- OLIVEIRA, A.M.G.; NATALE, W.; ROSA, R.C.C.; JUNGHANS, D.T. Adubação N-K no abacaxizeiro ‘BRS Imperial’ -II-efeito no solo, na nutrição da planta e na produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.37, n.3, p.764-772. 2015
- OLIVEIRA, E.F.; CARVALHO, R.A; LACERDA, J.T.; CHOAIKY, S.A. BARREIRO, N. M. **Abacaxi: sistema de cultivo para o tabuleiro paraibano.** João Pessoa: EMEPA, 2002. 38p. p. 764-773.
- OSORIO FILHO, B.D. **Dinâmica de enxofre no sistema solo e resposta das culturas à adubação sulfatada.** 2006. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2006.
- PAULA, M.B.; MESQUITA, H.A. e NOGUEIRA, F.D. **Nutrição e adubação do abacaxizeiro.** Informe Agropecuário, v.19, p.33-39, 1998.
- RAMOS, M.J.M.; MONNERAT, P.H.; CARVALHO, A.J.C. de; PINTO, J.L. A.; SILVA, J.A da. Sintomas visuais de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro ‘Imperial’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.1, p.252-256, 2009.
- 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. 102f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2005.

RODRIGUES, A.A.; MENDONÇA, R.M.N.; SILVA, A.P. da; SILVA, S. de M. Nutrição mineral e produção de abacaxizeiro cv. Pérola em função das relações K/N. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.35, n.2, p.625-633, 2013.

RODRIGUES, A.A.; MENDONÇA, R.M.N.; SILVA, A.P.; SILVA, S.M.; PEREIRA, W.E. Desenvolvimento vegetativo de abacaxizeiros ‘Pérola’ e ‘Smooth Cayenne’ no Estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n.1, p. 126-134, 2010.

SEMA, A.; MAITI, C. S.; SINGH A. K.; BENDANGSENGLA, A. DRIS Nutrient Norms for Pineapple on Alfisols of India. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 33, n. 9, p.1384-1399, 2010.

SILVA, A.L.P. **Produção e nutrição mineral do abacaxizeiro cv. 'Vitória'; em função da adubação nitrogenada.** 2009. Dissertação (Mestrado em Manejo de Solo e Água) – Universidade Federal da Paraíba. Areia, 2009

SILVA, A.L.P.; SILVA, A.P.; SOUZA, A.P.; SANTOS, D.; SILVA, S.M.; SILVA, V.B. Resposta do abacaxizeiro ‘Vitória’ a doses de nitrogênio em solos de tabuleiros costeiros da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.36, n.2, p.447-456, 2012.

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.; ALVAREZ V., V. H.; SOUZA, A.P.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F. e DANTAS, J.P. Sistema de recomendação de fertilizantes e corretivos para a cultura do abacaxizeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.33, 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.

SPIRONELLO, A.; QUAGGIO, J.A.; TEIXEIRA, L.A.J.; FURLANI, P.R.; SIGRIST, J.M.M. 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.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Nutrição mineral. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre, (Trad), 2004.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, planta e outros materiais**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 174 p.

TEIXEIRA, L.A.J.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; MELLIS, E.V. 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.

TEIXEIRA, L.A.J.; QUAGGIO, J.A.; ZAMBROSI, F.C.B. Preliminary Dris norms for ‘Smooth Cayenne’ pineapple and derivation of critical levels of leaf nutrient concentrations. **Acta Horticulturae**, Lawve, n.822, p.131-138, 2009.

TEIXEIRA, L.A. J. ; SPIRONELLO, A.; FURLANI, P.R.; SIGRIST, J.M.M. Parcelamento da adubação NPK em abacaxizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.219-224, 2002.

TIECHER, T.; SANTOS, D.R.; RASCHE, J.W.A.; BRUNETTO, G.; MALLMANN, F.J.K.; PICCIN, R. Respostas de culturas à adubação sulfatada e deposição de enxofre atmosférico. **Revista Ceres**, Viçosa, v.60, n.3, p.420-427, 2013.

TIECHER, T.; SANTOS, D.R.; RASCHE, J.W.A.; BRUNETTO, G.; MALLMANN, F.J.K.; PICCIN, R. Resposta de culturas e disponibilidade de enxofre em solos com diferentes teores de argila e matéria orgânica submetidos à adubação sulfatada. **Bragantia**, Campinas, v.71, n.4, p.518-527. 2012.

VELOSO, C.A.C.; OEIRAS, A.H.L.; CARVALHO, E.J.M.; SOUZA, F.R.S. Resposta do abacaxizeiro à adição de nitrogênio, potássio e calcário em latossolo amarelo do nordeste paraense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n.2, p. 396-402, 2001.

VIEIRA, D.P.; PORTES, T.A.; SERAPHIN, E.S. e TEIXEIRA, J.B. Fluorescência e teores de clorofila em abacaxizeiro 'Perola' submetido a diferentes concentrações de sulfato de amônio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.2, p.360-368, 2010.