



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**





UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CAMPUS II – AREIA – PB

Desenvolvimento, produtividade e qualidade de infrutescência
do abacaxizeiro ‘Imperial’ em função da adubação com N e K



Tese submetida como requisito
para obtenção do grau de **Doutor**
em Agronomia, no Programa de
Pós Graduação em Agronomia.

Areia, PB

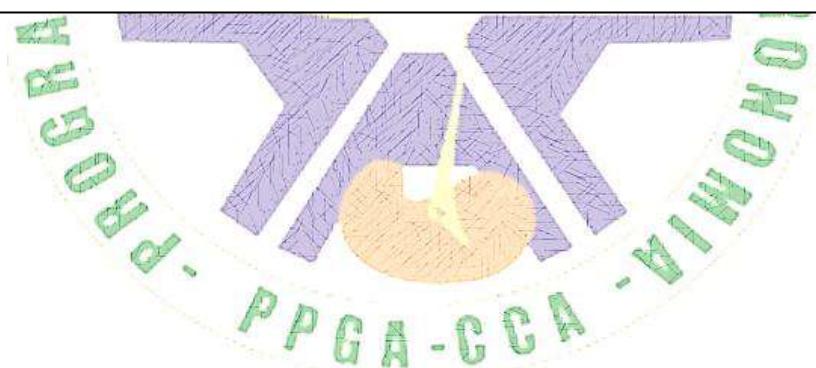
Fevereiro de 2017

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

R586d Rios, Élica Santos.
Desenvolvimento, produtividade e qualidade de
infrutescência do abacaxizeiro Imperial em função da
adubação com N e K / Élica Santos Rios.- João Pessoa, 2017.
105f. : il.
Orientadora: Rejane Maria Nunes Mendonça
Tese (Doutorado) - UFPB/CCA
1. Agronomia. 2. *Ananas comusus* L. var. *comusus*.
3. Nutrição de plantas. 4. Folha D. 5. Crescimento vegetativo.
6. Qualidade pós-colheita.

UFPB/BC

CDU: 631(043)





UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: Desenvolvimento, produtividade e qualidade de infrutescência do abacaxizeiro ‘Imperial’ em função da adubação com N e K

AUTOR: ÉLICA SANTOS RIOS

Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR em AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora:

Rejane M. Nunes Mendonça

Profº. Dra. Rejane Maria Nunes Mendonça
Orientadora
PPGA/CCA/UFPB

Silvanda de Melo Silva

Profº. Ph.D. Silvanda de Melo Silva
Examinadora
PPGA/CCA/UFPB

Alexandre Paiva da Silva

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

Dilma Maria de Brito Melo Trovão

Profº. Dra. Dilma Maria de Brito Melo Trovão
Examinadora
PPGCF/CCBS/UEPB

Data da realização: 01 de fevereiro 2017.

Rejane M. Nunes Mendonça

Presidente da Comissão Examinadora
Drº. Rejane Maria Nunes Mendonça
Orientadora

DEDICATÓRIA

Aos meus queridos pais, Dilma Lima Santos Rios e Ely de Oliveira Rios, pelas orações, amor incondicional, confiança, ensinamentos, por muitas vezes deixarem de realizar seus sonhos em prol dos meus. Este título é nosso! Que Ele traga frutos para compensar nossos esforços e renúncias.

As minhas irmãs, Elcana e Eritana, pela preocupação e carinho.

Aos meus sobrinhos, Levy, Sofia, Nathan e David, que me mostram a simplicidade da vida e me faz ter um coração sempre agradecido.

Ao meu esposo, Toni Carvalho, pelo carinho, companheirismo, incentivo e confiança.

Aos demais da família, em especial a minha avó Raquel e, aos meus tios Josy e Marcos pelo apoio e carinho.



AGRADECIMENTO

A Deus, pela proteção, provisão, pelo cuidado, pela sua soberania, por me mostrar, sempre, que Ele está no controle de todas as coisas e que jamais vai me desamparar.

A minha família, pelo apoio, cuidado e confiança.

A Toni Carvalho, pelo carinho, companheirismo e incentivo.

A Universidade Federal da Paraíba, em especial ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade do estudo.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de pós-graduação.

A minha orientadora, pela compreensão e orientação.

A professora Silvanda pelo incentivo e dedicação.

Ao professor Walter pelo empréstimo do IRGA e disponibilidade.

Aos professores do programa, pelos ensinamentos e contribuições.

Aos professores da Banca Examinadora, pela disponibilidade e colaboração.

A Genilson, pela disponibilização da área experimental, bem como aos funcionários, especialmente, Sr. Joaquim.

A Edson Cardoso e Giliane Vicente pela disponibilidade, ajuda e amizade.

A Francisco Thiago, pela disponibilidade e apoio na utilização do IRGA.

A Jandira Costa, pelas contribuições nas análises e avaliações.

Aos colegas do Laboratório de Fruticultura, Edson, Giliane, Leandro, Lucimara, Madson, Jeferson, Leonardo, Jonathan, entre outros pelas contribuições na implantação do experimento e avaliações.

Aos alunos da graduação, especialmente, Fábio, Fabiano, Izabel, Hugo e Dayse, pela amizade e contribuições.

A Josinaldo (Sr. Josa) pelas contribuições durante toda a condução do experimento.

A Aldérica, Giliane, Dona Maria e Dona Natália pela receptividade.

A Aldérica, Giliane, Edson, Talita, Nemora, Aline, Francisco Thiago, Leandro, Jeferson, Karialane, Sueli, Maria Auxiliadora, Renato, Kalline, Leonardo, Paulo, dentre outros, pelas boas conversas.

Aos funcionários do setor de transporte, em especial, Sr. Gabriel, Reinaldo, Júnior, Alison, dentre outros, pelo profissionalismo e disponibilidade.

A todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho meus sinceros agradecimentos.

*“O Senhor te guiará continuamente, e te fartará até em lugares
áridos, e fortificará os teus ossos; serás como um jardim regado, e como
um manancial, cujas águas nunca falham”.*

Isaías 58:11



*“Não tenho palavras para agradecer Tua bondade.
Dia após dia, me cercas com fidelidade
nunca me deixes esquecer que tudo o que tenho
Tudo o que sou, e o que vier a ser
Vem de Ti Senhor”*

RIOS, E. S. Desenvolvimento, produtividade e qualidade de infrutescência do abacaxizeiro ‘Imperial’ em função da adubação com N e K. Areia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 2017, 105p. Trabalho de Tese em Agronomia. Orientadora: Dr^a. Rejane Maria Nunes Mendonça.

RESUMO GERAL

A cv. Imperial apresenta resistência a fusariose e possui grande potencial comercial, por causa de características como sabor, aroma e cor dos frutos. No entanto, em virtude da necessidade de diversificação dos sistemas de cultivo e da escassez de informações sobre a cv. Imperial, é preciso avaliar o efeito da adubação e nutrição mineral do abacaxizeiro sobre a produção e qualidade dos frutos da cv. Imperial. Neste sentido, esta pesquisa foi dividida em três capítulos. O primeiro capítulo objetivou-se avaliar o efeito da adubação com N e K no abacaxizeiro ‘Imperial’, sobre o crescimento e nutrição mineral da folha D. No segundo, objetivou-se avaliar o crescimento vegetativo do abacaxizeiro cv. Imperial adubado com doses de N e K. E o terceiro, teve como objetivo avaliar a produtividade e as características físico-químicas das infrutescências de abacaxizeiro cv. Imperial, submetidos à adubação com N e K. O experimento foi instalado seguindo o delineamento experimental em blocos casualizados, com 10 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram dispostos conforme a matriz *Plan Plueba III*, que consiste da combinação de cinco doses de N (15; 90; 150; 210 e 285 kg ha⁻¹) na forma de ureia e cinco doses de K (21,6; 129,6; 216,0; 302,4 e 410,4 kg ha⁻¹) na forma de KCl. No primeiro capítulo verificou-se que a elevação das doses de N aumentou linearmente a largura mediana da folha D, índice SPAD e teor foliar de N. A aplicação de K₂O incrementou o comprimento da folha D, a largura basal, massa fresca e seca e, teor foliar de K₂O. A relação de doses de nitrogênio e dias após o plantio apresentaram efeitos lineares e positivos em relação ao comprimento da folha D, largura basal e massa fresca e seca da folha D. No segundo capítulo observou que a aplicação das maiores doses de N (285 kg ha⁻¹) e K₂O (410 Kg ha⁻¹) favoreceu o crescimento vegetativo da cv. Imperial, a produção de massa fresca total da planta variou entre 765,8 e 1.059,9 g planta⁻¹ com aplicação de 15 e 285 kg ha⁻¹ de N, e variou entre 765 e 1.066,7 g planta⁻¹ com 22 e 410 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. A adubação nitrogenada causou incremento de 24,95% na produção de massa seca total em relação à adubação de 15 e 285 kg ha⁻¹, respectivamente, aos 375 dias após o plantio. No terceiro capítulo os resultados demonstram que a elevação das doses de K₂O aumentou linearmente a massa do fruto com coroa, produtividade, comprimento e diâmetro do fruto e o

teor de sólidos solúveis. O rendimento da coroa diminuiu com as doses crescentes de N e K₂O. As doses de N aumentaram o rendimento da polpa, o índice de coloração a* e b* da casca e SS/AT. As doses crescentes de N e K₂O promovem efeito positivo nas características físico-químicas dos frutos do abacaxizeiro ‘Imperial’. Entretanto, as doses utilizadas não foram suficientes para obtenção do máximo potencial produtivo. A maior dose de K₂O produziu frutos com massa de 632,34 g e produtividade de 26,36 t ha⁻¹.

Palavras-chave: *Ananas comosus* L. var. *comosus*, nutrição de plantas, folha D, crescimento vegetativo, qualidade pós-colheita.

RIOS, E. S. **Development, productivity and quality of infructescence of 'Imperial' pineapple as a function of fertilization with N and K.** Areia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 2017, 105p. Thesis in Agronomia. Supervisor: Dr^a. Rejane Maria Nunes Mendonça.

GENERAL ABSTRACT

The cv. Imperial presents resistance to fusariose and has great commercial potential, because of characteristics such as flavor, aroma and color of the fruits. However, due to the need for diversification of cropping systems and the scarcity of information on a cv. Imperial, it is necessary to evaluate the effect of the fertilization and mineral nutrition of the pineapple on the production and quality of the fruits of the cv. Imperial. In this sense, this research was divided into three chapters. The first chapter aimed to evaluate the effect of fertilization with N and K on 'Imperial' pineapple on the growth and mineral nutrition of leaf D. In the second, the objective was to evaluate the vegetative growth of cv. Imperial fertilized with doses of N and K. And the third, had the objective to evaluate the productivity and physical-chemical characteristics of the infructescence of cv. Imperial, submitted to fertilization with N and K. The experiment was carried out in a randomized complete block design, with 10 treatments and three replications. The treatments were arranged according to the *Plan Plueba III* matrix, which consists of the combination of five doses of N (15; 90; 150; 210 and 285 kg ha⁻¹) as urea and five doses of K (21,6; 129 , 6; 216,0; 302,4 and 410,4 kg ha⁻¹) as KCl. In the first chapter, it was verified that the elevation of N doses increased linearly the median width of leaf D, SPAD index and leaf content of N. The application of K₂O increased leaf D length, basal width, fresh and dry mass and leaf content of K₂O. The relationship of nitrogen doses and days after planting presented linear and positive effects in relation to D leaf length, basal width and fresh and dry mass of leaf D. In the second chapter it was observed that the application of the higher doses of N (285 kg ha⁻¹) and K₂O (410 Kg ha⁻¹) favored the vegetative growth of cv. Imperial, the total fresh mass production of the plant varied between 765.8 and 1.059.9 g plant⁻¹ with application of 15 and 285 kg ha⁻¹ of N, and ranged between 765 and 1,066.7 g plant⁻¹ with 22 and 410 kg ha⁻¹ of K₂O, respectively. Nitrogen fertilization caused a 24.95% increase in total dry matter yield in relation to fertilization of 15 and 285 kg ha⁻¹, respectively, at 375 days after planting. In the third chapter the results show that the elevation of the K₂O doses linearly increased the weight of the fruit with crown, productivity, length and diameter of the fruit and the Soluble solids content. Crown yield decreased with

increasing doses of N and K₂O. N rates increased the yield of the pulp, the a* and b* staining index of the peel and SS/AT. Increasing doses of N and K₂O promote a positive effect on the physical-chemical characteristics of the fruits of the 'Imperial' pineapple. However, the doses used were not sufficient to obtain the maximum productive potential. The highest dose of K₂O produced fruits weighing 632.34 g and yield of 26.36 t ha⁻¹.

Keywords: *Ananas comosus* L. var. *Comosus*, plant nutrition, leaf D, vegetative growth, post-harvest quality.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura 1.** Temperatura mínima, máxima e precipitação em Alhandra - PB, durante o período experimental, evidenciando as principais épocas de manejo nutricional das plantas..... 13
- Figura 2.** Comprimento da folha D de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio (N) e aos dias após o plantio (D) (A) e em relação às doses de K₂O (B)..... 16
- Figura 3.** Largura basal da folha D de plantas de abacaxi em relação às doses de potássio (A); em relação aos dias após o plantio e nitrogênio (B) e largura mediana da folha D em relação às doses de nitrogênio (C), de potássio (D) e aos dias após o plantio 20
- Figura 4.** Massa fresca (A) e seca (B) da folha D de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de potássio e massa fresca (C) e seca (D) da folha D em relação às doses de nitrogênio e aos dias após o plantio 22
- Figura 5.** Teor de N na folha D de plantas de abacaxi em relação a doses de nitrogênio (A) e teor foliar de potássio na folha D de plantas de abacaxi em relação às doses de potássio (B) e teor foliar de fósforo na folha D de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio (C) e de potássio (D) 24
- Figura 6.** Sintomas de deficiência em nutrientes na folha (A, B, C e D) coroa do fruto (E) e fruto (F) de abacaxizeiro cv. Imperial..... 26
- Figura 7.** Índice SPAD na folha D de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio..... 28

CAPÍTULO II

- Figura 1.** Temperatura mínima, máxima e precipitação em Alhandra-PB, durante o período experimental, evidenciando as principais épocas de manejo nutricional das plantas..... 42
- Figura 2.** Número de folhas do tipo ‘A’; ‘B’; ‘C’ e ‘D’em plantas de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação aos dias após o plantio..... 45
- Figura 3.** Número de folhas do tipo ‘E’ de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio (N) e potássio (K) aos 135 – “A” –, 195 – “B” –, 255 – “C” –, 315 – “D” – e, 375 – “E” – dias após o plantio..... 48

Figura 4. Número de folhas do tipo ‘F’ de abacaxizeiro Imperial em relação às doses de nitrogênio (N) e potássio (K) aos 135 – “A” –, 195 – “B” –, 255 – “C” –, 315 – “D” – e, 375 – “E” – dias após o plantio	50
Figura 5. Número total de folhas de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação aos dias após o plantio.....	51
Figura 6. Massa fresca da folha do tipo ‘A’ de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio (A) e aos dias após o plantio (B) e, massa fresca da folha do tipo ‘B’ em plantas de abacaxi em relação às doses de nitrogênio (N) e às doses de potássio (K) – “C” e, em relação aos dias (D) após o plantio e às doses de nitrogênio (N) – “D”	52
Figura 7. Massa fresca da folha do tipo ‘D’ de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio (N) e às doses de potássio (K) – “A” e, em relação aos dias (D) após o plantio e às doses de nitrogênio (N) – “B”; massa fresca da folha do tipo ‘E’ em relação aos dias após o plantio (D) e às doses de nitrogênio (N) – “C” e, em relação às doses de potássio – “D”	54
Figura 8. Massa fresca foliar total de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação aos dias (D) após o plantio e às doses de nitrogênio (N) – “A” – e, em relação dos dias (D) após o plantio e às doses de potássio (K) – “B” e massa seca foliar total de abacaxi em relação aos dias (D) após o plantio e às doses de nitrogênio (N) – “C”	57
Figura 9. Comprimento do caule de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação aos dias (DAP) após o plantio e às doses de nitrogênio (N) – “A” – e, em relação dos dias (DAP) após o plantio e às doses de potássio (K) – “B”.	59
Figura 10. Diâmetro do caule de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio (N) e potássio (K) aos 135 – “A” –, 195 – “B” –, 255 – “C” –, 315 – “D” – e, 375 – “E” – dias após o plantio.....	62
Figura 11. Massa fresca do caule de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação aos dias (DAP) após o plantio e às doses de nitrogênio (N) – “A” – e, em relação dos dias (DAP) após o plantio e às doses de potássio (K) – “B” e massa seca do caule de plantas de abacaxi em relação aos dias após o plantio e às doses de nitrogênio (N) – “C” – e, em relação dos dias após o plantio e às doses de potássio (K) – “D”	63
Figura 12. Comprimento da raiz de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de potássio (A) e em relação aos dias após o plantio (B).	65
Figura 13. Massa fresca (A) e seca (B) da raiz de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação aos dias após o plantio e às doses de nitrogênio.	66
Figura 14. Massa fresca total de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação aos dias após o plantio e às doses de nitrogênio (N) – “A” – e, em relação dos dias após o plantio e às doses de potássio	

(K) – “B” e massa seca total de plantas de abacaxi em relação aos dias após o plantio e às doses de nitrogênio - “C”	68
--	----

CAPÍTULO III

Figura 1. Temperatura mínima, máxima e precipitação em Alhandra-PB, durante o período experimental, evidenciando as principais épocas de manejo nutricional das plantas.....	79
Figura 2. Produtividade de abacaxizeiros ‘Imperial’ em relação às doses de potássio.	81
Figura 3. Massa do fruto com coroa de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de potássio.....	83
Figura 4. Rendimento da coroa de frutos de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio (A) e de potássio (B) e rendimento de polpa em relação às doses de nitrogênio (C)	
.....	84
Figura 5. Comprimento (A) e diâmetro (B) de frutos de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de potássio.....	86
Figura 6. Índices a* (A) e b* (B) da cor da casca e índice b* da cor da polpa (C) de frutos de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio.....	87
Figura 7. Sólidos solúveis em frutos de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio (A) e de potássio (B)..	88
Figura 8. Relação sólidos solúveis por acidez titulável em frutos de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio.....	90
Figura 9. Ácido ascórbico em frutos de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio.....	91

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Análise de correlação linear de Pearson entre as variáveis produtividade (PROD), teores foliar de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e, comprimento (COMP) e massa fresca da folha D (MFF) e, massa do fruto com coroa (MCF) de plantas de abacaxi, Areia-PB	30
--	----

ANEXOS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) e de regressão para as variáveis: massa fresca (MF), massa seca (MS), comprimento (COMP), largura basal (LARBAS) e, largura mediana (LARMED) da folha D de plantas de abacaxi em relação às doses de nitrogênio (N) e potássio (K) e aos dias após o plantio (D), Areia-PB	99
---	----

Tabela 2. Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) e de regressão para as variáveis: índice SPAD (SPAD) e teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P) e, potássio (K) da folha D de plantas de abacaxi em relação às doses de nitrogênio (N) e potássio (K) e aos dias após o plantio (D), Areia-PB.....	100
---	-----

CAPÍTULO II

Tabela 1. Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) e de regressão para as variáveis comprimento do caule (CC), diâmetro do caule (DC), massa fresca do caule (MFC), massa seca do caule (MSC), comprimento radicular (CR), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da raiz (MSR), massa fresca total (MFT) e massa seca total (MST) de plantas de abacaxi em relação às doses de nitrogênio (N) e potássio (K) e aos dias após o plantio (D), Areia-PB.....	101
--	-----

Tabela 2. Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) e de regressão para as variáveis número de folhas do tipo A (NFA), B (NFB), C (NFC), D (NFD), E (NFE) e F (NFF) e número total de folhas (NTF) de plantas de abacaxi em relação às doses de nitrogênio (N) e potássio (K) e aos dias após o plantio (D), Areia-PB.....	102
---	-----

Tabela 3. Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) e de regressão para as variáveis massa seca das folhas do tipo A (MFFA), B (MFFB), C (MFFC), D (MFFD), E (MFFE) e F (MFFF), massa fresca (MFF) e massa seca (MSF) das folhas de plantas de	
---	--

abacaxi em relação às doses de nitrogênio (N) e potássio (K) e aos dias após o plantio (D), Areia-PB.....	103
--	-----

CAPÍTULO III

Tabela 1. Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) e de regressão para as variáveis massa do fruto com coroa (MCF), rendimento em coroa (COR), em casca (CAS), em talo (TL) e, em polpa (REND), firmeza (FIR), comprimento do fruto (CF), comprimento da coroa (CC), diâmetro do fruto (DMF) e produtividade (PROD) de plantas de abacaxi em relação às doses de nitrogênio (N) e potássio (K), Areia-PB..... 104

Tabela 2. Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) e de regressão para as variáveis luminosidade (LC), a* (AC) e, b* (BC) para a casca, luminosidade (LP), a* (AP) e b* (CP) para a polpa e, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), relação entre sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) e, ácido ascórbico (AA) em frutos de abacaxi em relação às doses de nitrogênio (N) e potássio (K) e aos dias após o plantio (D), Areia-PB 105

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	vii
GENERAL ABSTRACT	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
LISTA DE TABELAS	xiv
INTRODUÇÃO GERAL	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4

CAPÍTULO I

CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO MINERAL DA FOLHA D DE ABACAXIZEIRO ‘IMPERIAL’, EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO COM N E K

Resumo.....	8
Abstract.....	9
Introdução.....	10
Material e Métodos	12
Resultados e Discussão	16
Conclusões.....	31
Referências Bibliográficas	31

CAPÍTULO II

BIOMETRIA DO ABACAXIZEIRO ‘IMPERIAL’ EM RESPOSTA AS DOSES DE NITROGÊNIO E POTÁSSIO

Resumo.....	37
Abstract.....	38
Introdução	39
Material e Métodos	41
Resultados e Discussão	44
Conclusões.....	69
Referências Bibliográficas	70

CAPÍTULO III

QUALIDADE DE INFRUTESCÊNCIAS DE ABACAXIZEIRO ‘IMPERIAL’, EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA

Resumo.....	75
Abstract	76
Introdução.....	76
Material e Métodos	78
Resultados e Discussão	80
Conclusões.....	92
Referências Bibliográficas	92

ANEXOS

Capítulo I.....	99
Capítulo II.....	101
Capítulo III	104

INTRODUÇÃO GERAL

O abacaxizeiro produz uma fruta apreciada no mundo inteiro e sua ampla aceitação pode ser atribuída as suas excelentes características sensoriais. É cultivado em vários países principalmente na região tropical, destaca-se como maiores produtores a Tailândia, Brasil, Filipinas, Indonésia, China e Índia. O Brasil é o segundo maior produtor de abacaxi, com produção de aproximadamente 1,6 milhão de infrutescência e produtividade de 25,6 t ha⁻¹ (FAOSTAT, 2016). A região Nordeste é a principal produtora nacional, com destaque para o estado da Paraíba com produção de 566 240 t, que corresponde a 16,13% da produção nacional (IBGE, 2017).

Apesar da representatividade do estado da Paraíba no cenário nacional, verifica-se que o cultivo do abacaxi nesta região enfrenta adversidades edafoclimáticas, principalmente em relação às irregularidades de precipitações, ocorrência de solos com baixa fertilidade e baixos níveis tecnológicos na cadeia produtiva. Nesta região, o cultivo de abacaxizeiro é realizado predominantemente por pequenos produtores gerando renda e elevando a qualidade de vida das famílias de agricultores; entretanto, é de fundamental importância aumentar os níveis tecnológicos na cadeia produtiva, criando desta forma, alternativas para atingir novos mercados e a diversificação dos sistemas de cultivo.

Dentre as cultivares difundidas nas regiões Norte e Nordeste, destaca-se a cv. Pérola, com cultivo em quase 100% das áreas comerciais (REINHARDT et al., 2002). Entretanto, um dos maiores gargalos na produção dessa cultivar é a fusariose, doença causada pelo fungo *Fusarium subglutinans*, que pode causar perdas estimadas de 30 a 40% dos frutos (VENTURA et al., 2009). Neste sentido, dentre as cultivares resistentes a fusariose, destaca-se a ‘Imperial’, resultante do cruzamento de ‘Perolera’ com ‘Smooth Cayenne’, que além de ser resistente a fusariose, apresenta qualidades, como porte médio e folha de cor verde escuro, sem espinhos nas bordas e frutos com sólidos solúveis (SS) de 15,8 %, relação SS/acidez titulável de 56,4, conteúdo em ácido ascórbico de 29,02 mg 100g⁻¹ (CABRAL e MATOS, 2005; CAETANO et al., 2015).

A oferta de nutrientes é de fundamental importância para que o abacaxizeiro apresente todo seu potencial produtivo, pois o suprimento inadequado provoca distúrbios nutricionais que afetam negativamente o crescimento, a produtividade e a qualidade da infrutescência (EPSTEIN e BLOOM, 2006; RAMOS et al., 2009; TAIZ e ZEIGER, 2013).

Diversos trabalhos com abacaxizeiro indicam como a nutrição mineral pode afetar o desenvolvimento da cultura e a qualidade dos frutos, nas cv. Vitória (FEITOSA et al., 2011; SILVA et al., 2012; CAETANO et al., 2013; CARDOSO et al., 2013; LEONARDO et al., 2013), ‘Gold’ (GUARÇONI e VENTURA, 2011), ‘Smooth Cayenne’ (SPIRONELLO et al., 2004; RODRIGUES et al., 2010; MAEDA et al., 2011; MARQUES et al., 2011), ‘Imperial’ (RAMOS et al., 2009, 2010 e 2011; OLIVEIRA et al., 2015a, b e c), ‘Pérola’ (VELOSO et al., 2001; RODRIGUES et al., 2013) e ‘Jipi’ (RAMOS et al., 2014). Dentre os nutrientes, o nitrogênio e o potássio são os mais requeridos pelo abacaxizeiro, por favorecer o aumento da produtividade e qualidade dos frutos.

O nitrogênio é constituinte de aminoácidos, ácidos nucléicos, amidas, proteínas, coenzimas e da molécula de clorofila (RAIJ, 2011; TAIZ e ZEIGER, 2013). O fornecimento equilibrado de N favorece o crescimento e a formação de novas folhas e raízes do abacaxizeiro. Nos tecidos meristemáticos promove a intensa síntese de ácidos nucléicos e proteínas o que resulta em crescimento vigoroso da planta; porém a deficiência inibe o crescimento do abacaxizeiro, causa redução do número e tamanho de folhas e da produtividade; os frutos são pequenos, deformados e doces; quando o nitrogênio está em excesso pode provocar diminuição da acidez, menor firmeza da polpa e translucidez, além disso, pode provocar aumento do pedúnculo, facilitando o tombamento do fruto (MALEZIEUX e BARTHOLOMEW, 2003).

Em abacaxizeiro cv. Imperial, Ramos et al. (2009, 2010) verificaram que a deficiência de N causou amarelecimento progressivo e generalizado nas folhas, na colheita observaram frutos pequenos e com branqueamento na polpa e clorose nas folhas da coroa, os frutos apresentaram elevada acidez e firmeza, sem aroma e com sabor atípico.

A clorose das folhas é um dos principais indicativos da deficiência de nitrogênio. Quando a deficiência não é severa, as folhas mais jovens continuam verdes e as mais velhas amareladas, sendo um indicativo da mobilidade do N. Alguns aparelhos como SPAD e ClorofiLog apresentam correlação positiva com o teor de clorofila e com o teor de N nas folhas de abacaxizeiro e podem auxiliar no manejo da adubação nitrogenada (RAIJ, 2011; LEONARDO et al., 2013). A correlação entre o SPAD e N torna-se possível, pelo fato de 50 a 70% do N total das folhas serem integrantes de enzimas que estão associadas à clorofila (CHAPMAN e BARRETO, 1997).

O potássio é considerado o nutriente que mais influencia na qualidade dos frutos de abacaxizeiro, apresenta funções no metabolismo da planta, atuando como ativador de várias enzimas durante a fotossíntese, respiração, atua na abertura de estômatos e manutenção da

turgidez celular (RAMOS et al., 2010; GUARÇONI e VENTURA, 2011; TAIZ e ZEIGER, 2013). Estudos indicam que a deficiência de potássio em abacaxizeiro, pode reduzir o tamanho e largura das folhas, promover necrose no ápice das folhas mais velhas, manchas escuras na polpa dos frutos e tendência de tombamento (SOARES et al., 2005; RAMOS et al., 2009).

Considerando a importância da adubação e nutrição mineral para o abacaxizeiro e a diversificação dos sistemas de cultivo, pela introdução de novas cultivares resistentes à fusariose, a determinação de respostas destas cultivares a adubação são escassas. Desta forma, esta tese teve como objetivo estabelecer a dose de N e K para a obtenção de máxima produtividade e qualidade do abacaxi ‘Imperial’.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CABRAL, J. R. S.; MATOS, A. P. **Imperial, nova cultivar de abacaxi.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2005. 4p. (Comunicado Técnico, 114).
- CAETANO, L. C. S.; VENTURA, J. A.; BALBINO, J. M. S. Comportamento de genótipos de abacaxizeiro resistentes à fusariose em comparação a cultivares comerciais suscetíveis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 2, p. 404-409, 2015.
- CAETANO, L. C. S.; VENTURA, J. A.; COSTA, A. F. S.; 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**, v. 35, n. 3, p. 883-890, 2013.
- CARDOSO, M. M.; PEGORARO, R. F.; 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**, v. 35, n. 3, p. 769-781, 2013.
- CHAPMAN, S. C.; BARRETO, H. J. Using a chlorophyll meter to estimate specific leaf nitrogen of tropical maize during vegetative growth. **Agronomy Journal**, v. 89, n. 1, p. 557-562, 1997.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas.** 2. ed. Londrina: Editora Planta, 2006. 401 p.
- FAOSTAT, FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 06 de setembro de 2016
- FEITOSA, H. O.; AMORIM, A. V.; LACERDA, C. F.; SILVA, F. B. Crescimento e extração de micronutrientes em abacaxizeiro ‘Vitória’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, E. p. 706-712, 2011.
- GUARÇONI, 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. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 01 de janeiro de 2017.
- LEONARDO, F. A.; PEREIRA, W. E.; SILVA, S. M.; COSTA, J. P. Teor de clorofila e índice SPAD no abacaxizeiro cv. Vitória em função da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p. 377-383, 2013.
- MAEDA, A. S.; BUZZETTI, S.; BOLIANI, A. C.; BENETT, C. G. S.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M.; ANDREOTTI, M. Foliar fertilization on pineapple quality and yield. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 2, p. 248-253, 2011.

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

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

OLIVEIRA, A. M. G. O.; NATALE, W.; ROSA, R. C. C.; JUNGHANS, D. T. Adubação N-K no abacaxizeiro ‘BRS Imperial’ - I - Efeito no desenvolvimento e na floração da planta. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 755-763, 2015b.

OLIVEIRA, A. M. G. O.; 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 Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 764-773, 2015c.

OLIVEIRA, A. M. G.; PREIRA, M. E. C.; NATALE, W.; NUNES, W. S.; LEDO, C. A. S. Qualidade do abacaxizeiro ‘BRS Imperial’ em função de doses de N-K. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 37, n. 2, p. 497-506, 2015a.

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

RAMOS, M. J. M.; MONNERAT, P. H.; CARVALHO, A. J. C.; PINTO, J. L. A.; SILVA, J. A. Sintomas visuais de deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro ‘Imperial’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 252-256, 2009.

RAMOS, M. J. M.; MONNERAT, P. H.; PINHO, L. G. R.; CARVALHO, A. J. C. Qualidade sensorial dos frutos do abacaxizeiro ‘Imperial’ cultivado em deficiência de macronutrientes e de boro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 692-699, 2010.

RAMOS, M. J. M.; MONNERAT, P. H.; PINHO, L. G. R; SILVA, J. A. Deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro ‘Imperial’: Composição mineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 261-271, 2011.

RAMOS, M. J. M.; PINHO, L. G. R. Physical and quality characteristics of Jipi pineapple fruits on macronutrient and boron deficiency. **Natural Resources**, v. 5, p. 359-366, 2014.

REINHARDT, D. H.; CABRAL, J. R. S.; SOUZA, L. F. S.; SANCHES, N. F.; MATOS, A. P. Pérola and Smooth Cayenne pineapple cultivars in the state of Bahia, Brazil: growth, flowering, pests, diseases, yield and fruit quality aspects. **Fruits**, v. 57, p. 43-53, 2002.

RODRIGUES, A. A.; MENDONÇA, R. M. N.; SILVA, A. P.; SILVA, S. M. Nutrição mineral e produção de abacaxizeiro ‘Pérola’, em função das relações K/N na adubação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 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**, v. 32, n. 1, p. 126-134, 2010.

SILVA, A. L. P.; SILVA, A. P.; SOUZA, A. P. S.; 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**, v. 36, n. 2, p. 447-456, 2012.

SOARES, A.G.; TRUGO, L.C.; BOTREL, N.; SOUZA, L. F. S. Reduction of internal browning of pineapple fruit (*Ananas comosus* L.) by preharvest soil application of potassium. **Postharvest Biology and Technology**, v. 35, p. 201-207, 2005.

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**, v. 26, n. 1, p. 155-159, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954 p.

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**, v. 23, n. 2, p. 396-402, 2001.

VENTURA, J. A.; CABRAL, J. R. S.; MATOS, A. P. 'Vitória': new pineapple cultivar resistant to fusariose. **Acta Horticulturae**, v. 822, p. 51-55, 2009.

CAPÍTULO I

Crescimento e nutrição mineral da folha D de abacaxizeiro ‘Imperial’, em função da adubação com N e K

Será submetido: Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental (AGRIAMBI)

ISSN: 1807-1929

Fator de Impacto: 0,550

Crescimento e nutrição mineral da folha D de abacaxizeiro ‘Imperial’, em função da adubação com N e K

Resumo: A cv. Imperial foi lançada recentemente e as recomendações de adubação propostas para a abacaxicultura devem ser avaliadas para a cultivar supracitada, a fim de permitir uma produção eficiente. Com isso, objetivou-se avaliar o efeito da adubação com N e K no abacaxizeiro ‘Imperial’, sobre o crescimento e nutrição mineral da folha D. O experimento foi conduzido no município de Alhandra, Estado da Paraíba, no período de junho/2013 a fevereiro/2015. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições e os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial conforme a matriz *Plan Plueba III*, que consiste da combinação de cinco doses de N (15; 90; 150; 210 e 285 kg ha⁻¹) tendo como fonte ureia; cinco doses de K (21,6; 129,6; 216,0; 302,4 e 410,4 kg ha⁻¹) tendo como fonte KCl e dias após o plantio (135, 195, 255, 315 e 375 DAP). Avaliou-se as características de crescimento (comprimento, largura basal e mediana da folha D; massa fresca e seca; índice de SPAD), teores de N, P e K da folha D. Houve interação entre as doses de N e os DAP, porém não houve interação entre as doses de N e K₂O para todas as variáveis analisadas. A elevação das doses de N aumentou linearmente a largura mediana da folha D, índice SPAD e teor foliar de N. A aplicação de K₂O incrementou linearmente o comprimento da folha D, a largura basal, massa fresca e seca e teor foliar de K. A relação de doses de nitrogênio e dias após o plantio apresentaram efeitos lineares e positivos em relação ao comprimento da folha D, largura basal e massa fresca e seca da folha D. Houve correlação de Person da massa fresca da folha D (0,63) e do comprimento da folha D (0,97), em relação à produtividade, assim como, a massa do fruto com coroa em relação ao comprimento da folha D (0,55) e massa fresca da folha D (0,63). Estes resultados sugerem que a massa fresca da folha D e o comprimento da folha D, no momento da indução artificial, podem ser utilizados como parâmetros para inferir

sobre a produtividade do abacaxizeiro 'Imperial'. Nas condições em que o estudo foi realizado a aplicação de 285 kg ha⁻¹ de N e 410,4 kg ha⁻¹ K₂O favorecem o maior crescimento da folha D de abacaxizeiro 'Imperial'.

Palavras-chave: *Ananas comosus* L. var. *comosus*, crescimento vegetativo, relações nutricionais.

Growth and mineral nutrition of leaf D of 'Imperial' pineapple, as a function of fertilization with N and K

Abstract: The cv. Imperial was recently launched and the proposed fertilization recommendations for pineapple cultivation should be evaluated for the aforementioned cultivar in order to allow efficient production. The objective of this experiment was to evaluate the effect of fertilization with N and K on 'Imperial' pineapple on the growth and mineral nutrition of leaf D. The experiment was conducted in the municipality of Alhandra, State of Paraíba, in the period of June/2013 to February/2015. The experimental design was a randomized complete block design with three replications and the treatments were arranged in a factorial scheme according to the *Plan Plueba III* matrix, which consists of the combination of five doses of N (15, 90, 150, 210 and 285 kg ha⁻¹) having as source urea; five doses of K (21.6; 129.6; 216.0; 302.4 e 410.4 kg ha⁻¹) having as source KCl and days after planting (135, 195, 255, 315 e 375 DAP). The growth characteristics (Leaf length, basal and median width of leaf D, fresh and dry mass, SPAD index), N, P and K contents of leaf D. There was interaction between N and DAP doses, but there was no interaction between doses Of N and K₂O for all analyzed variables. The elevation of N doses linearly increased the median width of leaf D, SPAD index and leaf content of N. The application of K₂O linearly increased leaf D

length, basal width, fresh and dry mass and K leaf content. The ratio of nitrogen doses and days after planting presented linear and positive effects in relation to leaf D length, Basal width and fresh and dry mass of leaf D. There was correlation of Person of fresh leaf D mass (0.63) and leaf D length (0.97), in relation to productivity, as well as fruit mass with crown in relation to leaf D length (0.55) and fresh leaf D mass (0.63). These results suggest that fresh leaf D mass and leaf D length at the time of artificial induction can be used as parameters to infer the productivity of 'Imperial' pineapple. Under the conditions in which the study was performed the application of 285 Kg ha⁻¹ of N and 410.4 kg ha⁻¹ favor the greater growth of leaf D of 'Imperial' pineapple.

Key words: *Ananas comosus* L. var. *Comosus*, vegetative growth, nutritional relations.

INTRODUÇÃO

A abacaxicultura é considerada uma atividade economicamente viável e de relevância social nas regiões de exploração. Nos últimos anos, vem galgando patamares expressivos de consumo e a sua ampla aceitação pode ser atribuída as excelentes características sensoriais dos frutos. No cenário mundial, o Brasil é o segundo maior produtor de abacaxi, com produção de aproximadamente 1,6 milhão de infrutescências e produtividade de 25,6 t ha⁻¹ (FAOSTAT, 2016).

Neste cenário, o estado da Paraíba é o segundo maior produtor nacional, apresentando 283 362 t, que corresponde a 16,13% da produção nacional (IBGE, 2017). Entretanto, as regiões produtoras do estado da PB estão concentradas nas microrregiões litorâneas, em áreas de Tabuleiros Costeiros, que enfrentam adversidades edafoclimáticas, como solos com baixa fertilidade natural e baixos níveis tecnológicos na cadeia produtiva.

Além disso, a produção de abacaxizeiro corresponde ao cultivo de quase 100% das áreas comerciais com a cv. Pérola, que é a mais difundida nas regiões Norte e Nordeste (Reinhardt

et al., 2002). Mas, a cv. Pérola apresenta suscetibilidade a fusariose que pode causar perdas estimadas de 30 a 40% dos frutos (Ventura et al., 2009).

A introdução de novas cultivares de abacaxizeiro resistente a fusariose, como a cv. Imperial, pode ser promissora para o Estado da Paraíba, pois permitirá a diversificação do sistema de produção. A referida cultivar foi obtida do cruzamento de ‘Perolera’ com ‘Smooth Cayenne’, pela EMBRAPA/CNPMPF, sendo resistente a fusariose e ao escurecimento interno do fruto, o que possibilita a redução da utilização de fungicida, com redução nos custos de produção. Desta forma, a diversificação resultante da introdução de novos cultivares no Estado possibilitará a ampliação de mercado, com geração de renda e elevação da qualidade de vida dos agricultores familiares.

Entre as qualidades do abacaxizeiro Imperial, destacam-se o porte médio das plantas e folhas sem espinhos nas bordas. Em relação ao fruto, apresenta grande aceitação dos consumidores devido às excelentes características físico-químicas (Viana et al., 2013). No entanto, por ser um cultivar que ainda não é muito explorado comercialmente e não há áreas de produção na Paraíba, faz-se necessário estudos que permitam a consolidação de informações quanto à sua demanda nutricional e se as doses recomendadas para a abacaxicultura se adequam à sua demanda.

Dentre os nutrientes mais exigidos nesta cultura, o nitrogênio e potássio são os mais requeridos por favorecerem o aumento da produtividade e a qualidade dos frutos. O nitrogênio é constituinte de aminoácidos, amidas, proteínas, ácido nucléico, coenzimas, fazendo parte da composição da molécula de clorofila (Raij, 2011; Taiz & Zeiger, 2013). O potássio ativa enzimas de plantas e participa de inúmeros processos metabólicos, incluindo a fotossíntese, mecanismos oxidativos e síntese proteica, influencia na taxa de transporte dos fotoassimilados da fonte para o dreno, por atuar no carregamento e transporte de sacarose e

estabiliza o pH nos compartimentos, beneficiando a maioria das reações enzimáticas (Marschner, 2012; Buchanan et al., 2015).

Desta forma, na ausência de estresse abiótico o abacaxizeiro pode alcançar elevadas produtividades quando adequadamente nutrido. Apesar de ser uma planta CAM, em condições ambientais favoráveis pode exercer metabolismo de planta C3. Quando o abacaxizeiro passa por estresse ambiental, como hídrico ou escassez de nutrientes, tende a acumular menor quantidade de massa seca (Melo et al., 2006).

Estudos demonstram que as características ambientais influenciam o comprimento e a massa fresca da folha D e estas variáveis têm sido utilizadas como parâmetros para estimar a maturidade da planta e a produtividade, em cultivares já consolidados no mercado, a exemplo do ‘Pérola’ e ‘Smooth Cayenne’ (Rodrigues et al., 2010; Marques et al., 2011). Neste sentido, Vilela et al. (2015) recomenda fazer a indução floral na cv. Vitória, quando a massa da matéria fresco da folha D está em torno de 70 g, objetivando massa fresca do fruto igual ou superior a 1,2 kg planta⁻¹.

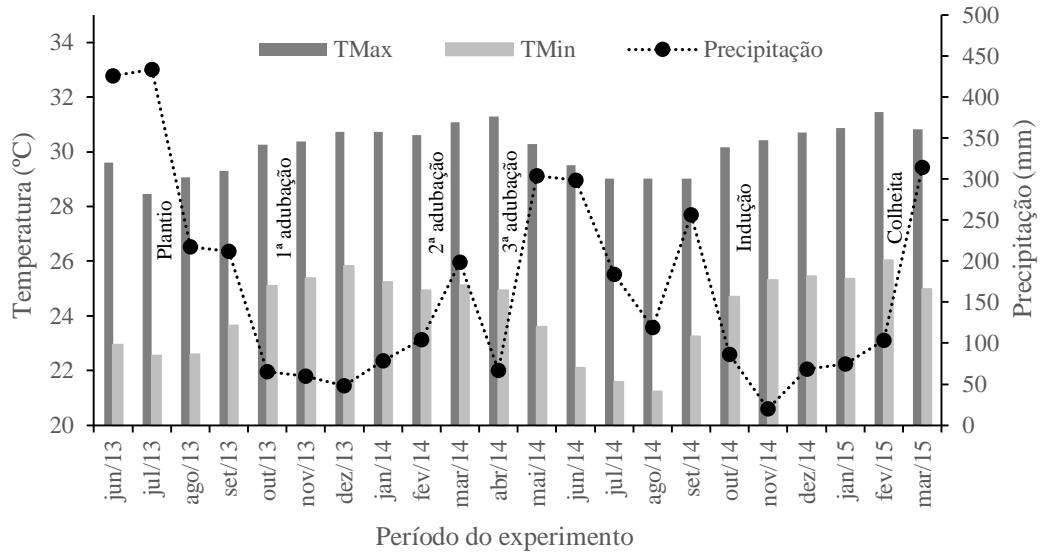
No entanto, para a cultivar Imperial, a demanda nutricional ainda é pouco estudada e as adubações que estão sendo utilizadas têm como base a recomendação geral para abacaxicultura, não existindo referencial para a cultura no estado da Paraíba. Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da adubação com N e K no abacaxizeiro ‘Imperial’, sobre o crescimento e nutrição mineral da folha D.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no município de Alhandra, região da Zona da Mata, Estado da Paraíba, o qual está definido pelas coordenadas geográficas de 7° 21,9' 43"S e 34° 56,1' 93"W e altitude de 49 m. O clima predominante é As', quente e úmido, segundo a classificação de Köppen, com maiores intensidades de chuva nas estações outono/inverno

(Ayoade, 1996). A temperatura média anual em 2013 e 2014, período do experimento, foi entre 22 e 26 °C, e precipitação de 1.677 e 1.787 mm, respectivamente (AESÁ, 2016).

O solo da área é classificado como Neossolo quartzarênicos. Para a análise química da camada de solo de 0-20 cm de profundidade, foram coletadas 30 amostras simples para formar uma amostra composta, que apresentou as seguintes características químicas: pH em água (1:2,5) – 5,28; P – 21,42 mg dm⁻³; K⁺ – 22,67 mg dm⁻³; Na⁺ – 0,03; H⁺ + Al⁺³ – 3,38; Al⁺³ – 0,25; Ca⁺² – 0,40; Mg⁺² – 0,35; SB – 0,84; CTC – 4,22 (Todos em cmol_c dm⁻³); V – 19,91%; m – 22,94% e m.o – 10,70 g kg⁻¹. A análise granulométrica apresentou 905, 48 e 47 g kg⁻¹, de areia, silte e argila, respectivamente, situando-se na classe textural areia (EMBRAPA, 2013). Os dados pluviométricos coletados durante a condução do experimento são apresentados na Figura 1.



Fonte: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA

Figura1. Temperatura mínima, máxima e precipitação em Alhandra - PB, durante o período experimental, evidenciando as principais épocas de manejo nutricional das plantas.

As mudas de abacaxizeiro cultivar Imperial foram provenientes de cultivo *in vitro*. As mesmas foram aclimatizadas pelo período de um ano no viveiro de fruticultura da Universidade Federal da Paraíba e selecionadas quanto aos aspectos sanitário e tamanho (30 cm ± 10 cm). Durante o processo de aclimatização foram realizadas adubações foliares com Ubyverde® fertilizante mineral misto, composto por Mg (1,4%), Cu (0,5%), Zn (0,5%), S (2,7%) , Fe (0,5%), P₂O₅ (15%), B (0,5%), Mn (0,5%), K₂O (15%), N (15%), Mo (0,02%) e Ca (1%) e aplicações do fungicida Aliette®, como controle preventivo, em intervalo de 30 dias, durante nove meses. Em julho de 2013 foi efetuado o plantio em condições de sequeiro, no sistema de fileiras simples, com espaçamento de 0,80 x 0,30 m, perfazendo uma densidade de 41.666 plantas ha⁻¹.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições. As parcelas foram constituídas por 70 plantas (cinco fileiras de 14 plantas, considerando úteis as 30 plantas centrais). Os tratamentos foram separados por uma faixa sem plantas de 0,50 m e os blocos por 1,50 m. Estes foram dispostos em esquema fatorial conforme a matriz *Plan Plueba III*, onde verificou-se qual a maior dose do nutriente recomendada nos boletins técnicos dos estados do Nordeste, para abacaxizeiro. Sobre esta foi acrescido 20% na maior dose de recomendação, sendo calculada a dose média do nutriente. Esta foi então aplicada na matriz, obtendo as doses de N e K utilizadas no estudo.

Portanto, para o ensaio utilizou-se cinco doses de N (15; 90; 150; 210 e 285 kg ha⁻¹), tendo como fonte ureia; cinco doses de K (21,6; 129,6; 216,0; 302,4 e 410,4 kg ha⁻¹) tendo como fonte KCl e dias após o plantio (135, 195, 255, 315 e 375 DAP). A adubação fosfatada foi aplicada em dose única, no solo, próximo à base da planta, aos 65 dias após o plantio (DAP), utilizando superfosfato simples (18% P₂O₅), as doses de N (ureia 45% de N) e cloreto de potássio (60% K₂O) foram aplicadas 65, 195 e 255 DAP. As plantas receberam pulverizações foliares com micronutrientes (B, Zn, Cu e Fe) aos 135, 195, 255 e 315 DAP, utilizando como

fontes bórax ($1,9 \text{ kg ha}^{-1}$), sulfato de zinco (8 kg ha^{-1}), sulfato de cobre (8 kg ha^{-1}) e sulfato de ferro (16 kg ha^{-1}), respectivamente, segundo a recomendação de Oliveira et al. (2002).

Para o controle de plantas daninhas, fez-se capina manual, a cada dois meses, até o décimo sexto mês após o plantio e, o controle de cochonilha (*Dysmicoccus brevipes*), através da aplicação do inseticida Evidence®, $30 \text{ g } 100 \text{ L}^{-1}$ de água.

A indução floral foi realizada aos 14 meses após o plantio, mediante a aplicação de $50 \text{ ml planta}^{-1}$ da solução de etefon (ácido 2-cloroetilfosfônico), adicionando-se 2% de ureia, na roseta central. As avaliações do crescimento da planta foram realizadas pela mensuração da folha D. Aos 135, 195, 255, 315 e 375 DAP foram coletadas sete folhas D de cada parcela experimental.

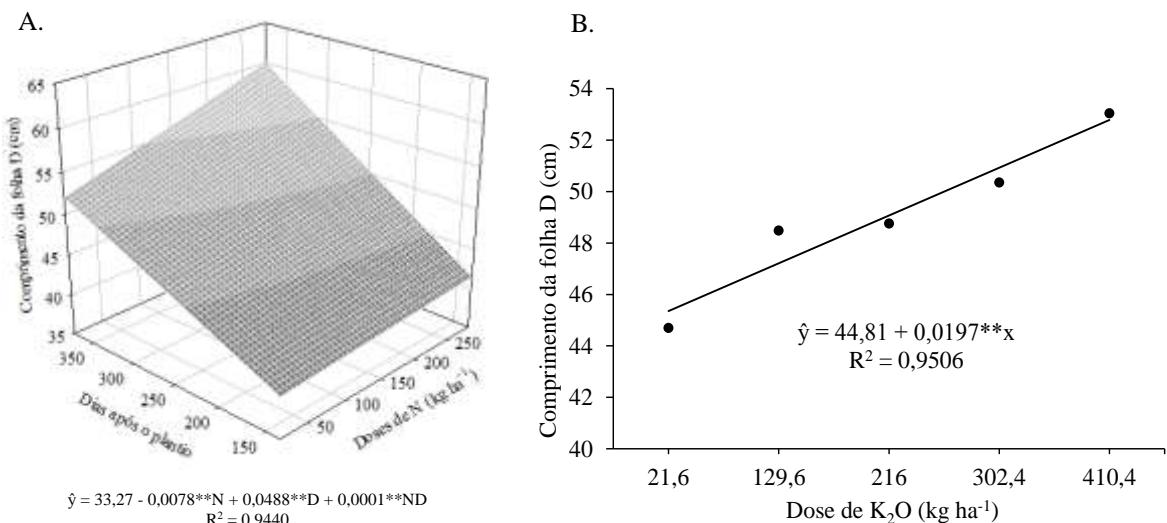
Nas folhas foram realizadas as mensurações de comprimento (COMP), largura basal (LARBAS) e largura mediana (LARMED) (cm), massa fresca (MF) e seca (MS) (g) e índice de SPAD. Para avaliação do estado nutricional, as folhas foram secas em estufa (65°C até massa constante), moídas em moinho tipo Wiley, e posteriormente, determinou-se os teores de N, P e K segundo a metodologia de Tedesco et al. (1995).

Os dados foram submetidos à análise de variância. Para avaliar o efeito da interação das doses de N e K e dias após o plantio foi utilizada a técnica de superfície de resposta, realizando análise de regressão polinomial para o efeito principal, testando-se até nível quadrático. Considerou-se a significância de até 5% de probabilidade e coeficiente de determinação (R^2) acima de 60%. Foram também calculados os coeficientes de correlação linear de Pearson; e suas significâncias, testadas pelo teste t, a 5% de probabilidade, visando a evidenciar o nível de associação entre variáveis de crescimento, nutrientes (N, P, K) e produtividade do abacaxizeiro. As análises foram realizadas com o auxílio do software SAS 9.3 (2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as variáveis analisadas não houve interação significativa entre as doses de N e K₂O, mas houve interação entre as doses de N e dias após o plantio e, para os fatores isolados. Com base nos resultados obtidos, verifica-se que o comprimento da folha D foi influenciado de forma positiva pela interação entre as doses de N (kg ha⁻¹) e dias após o plantio (Figura 2A). Aos 135 e 375 DAP, observou-se na menor (15 kg ha⁻¹) e maior dose de N (285 kg ha⁻¹) incremento na massa fresca de 39,94 para 52,02 cm e de 41,48 para 60,03 cm, respectivamente, representando acréscimo de 3,71 e 13,36% no comprimento da folha D.

Além do N, as doses crescentes de K₂O aumentaram linearmente o comprimento da folha D, com incremento de 14,48% da menor para a maior dose (Figura 2B).



** e *: significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Figura 2. Comprimento da folha D de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio (N) e aos dias após o plantio (D) (A) e em relação às doses de K₂O (B)

O aumento do comprimento da folha D com a aplicação de N tem sido reportado por diversos autores em diferentes variedades de abacaxizeiro (Arshad & Armanto, 2012; Silva et al., 2012; Omotoso & Akinrinde, 2013), demonstrando que esta cultura possui alta exigência

nutricional. Caetano et al. (2013) com a aplicação de 856 kg ha⁻¹ de N obtiveram comprimento da folha D de 91,9 cm na cv. Vitória. Ramos et al. (2013) estudando a cultivar Imperial em sistema hidropônico, verificaram comprimento da folha D de 66,2 cm com a solução completa e na deficiência de N registraram comprimento de 54,7 cm. Estudando a mesma cultivar, em condições de sequeiro, Oliveira et al. (2015b) relataram comprimento médio da folha D de 75,15 cm, mas não verificaram efeito das doses de N e K.

O comprimento e/ou a massa fresca da folha D em abacaxizeiro são considerados referências de estimativa para definir o momento de se proceder à indução floral, por geralmente apresentar correlação positiva com a massa e comprimento da infrutescência na colheita (Rodrigues et al., 2010; Marques et al., 2011; Caetano et al., 2013). Neste sentido, Guarçoni & Ventura (2011) estudando o abacaxizeiro cv. Gold (MD-2) obtiveram comprimento máximo da folha D estimado em 76,6 cm, com a aplicação de 582,2 e 542,6 kg ha⁻¹ de N e K₂O, respectivamente, recomendando fazer a indução floral quando a folha D apresentar comprimento ≥ 75,5 cm.

O comprimento e a massa da folha D em abacaxizeiros estão relacionados à adubação aplicada, sendo possível obter, através do manejo adequado, massa de infrutescência de acordo com as exigências do mercado consumidor. Segundo Amorim et al. (2011) para aumentar a produtividade, qualidade e massa dos frutos é de fundamental importância a aplicação de adubação equilibrada, o que também foi reportado por Souza (2010) na cv. Pérola, segundo o autor a interação de N e K é imprescindível devido às funções exercidas pelos mesmos no crescimento e desenvolvimento das plantas. Entretanto, é essencial a determinação das exigências nutricionais em diferentes fases de desenvolvimento do abacaxizeiro (Pegoraro et al., 2014).

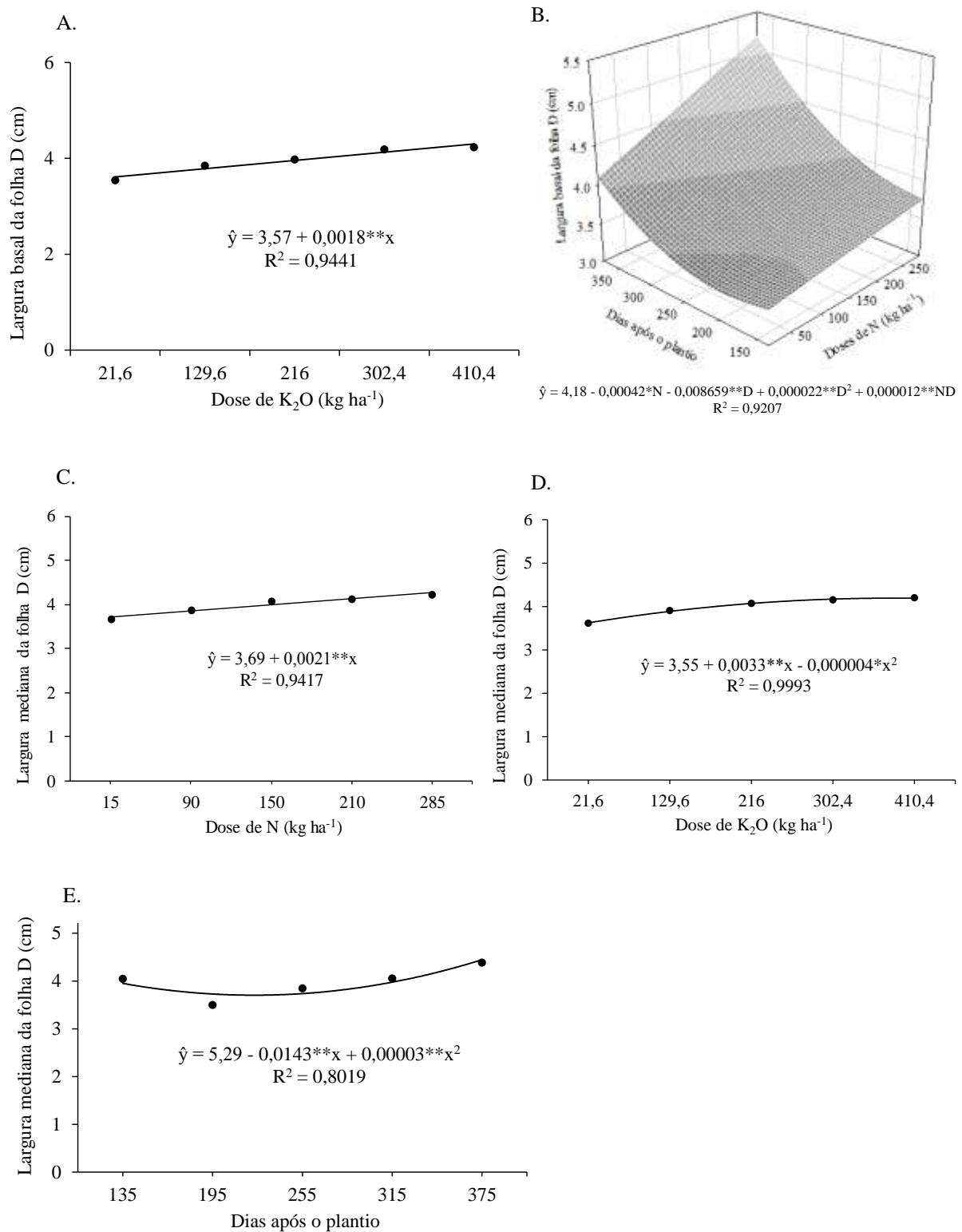
No presente estudo, verifica-se que na dose máxima de N (285 kg ha⁻¹), o comprimento da folha D aos 375 DAP foi de 60,03 cm, estando abaixo do requerido para indução floral, que

segundo Reinhardt et al. (1987) para a cv. Smooth Cayenne é em torno de 70 cm de comprimento e 100 g de massa fresco da folha D, para obtenção de infrutescências com massa superior a 1,5 kg. O reduzido crescimento da folha D da ‘Imperial’ aos 375 DAP, pode estar relacionado à quantidade de adubos aplicados, indicando que a cultura tem um nível de exigência maior do que as doses utilizadas, além disso, a irregularidade de precipitações (Figura 1) durante o período do cultivo pode ter contribuído para a menor absorção dos nutrientes e também o fato de ter utilizado mudas meristemáticas pode ter influenciado no menor crescimento das plantas. Silva et al. (2012) constataram crescimento lento das cv. Vitória, e atribuíram a baixa capacidade de aproveitamento do N, refletindo em redução da massa e comprimento da folha D.

A largura basal da folha D foi influenciada pelas doses crescentes de K₂O (Figura 3A), apresentando 3,61 cm com 21,60 kg ha⁻¹ e 4,31 cm com a aplicação de 410,40 kg ha⁻¹ de K₂O, representando um acréscimo de 16,24%. A elevação das doses de N proporcionou maior largura basal da folha D (Figura 3B). Ao comparar a largura basal aos 135 e 375 DAP, verificou-se acréscimo de 16,09; 19,88; 22,56; 24,97 e 27,66%, nas doses de 15; 90; 150; 210 e 285 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, registrando-se valores de 3,43 e 4,09 cm (15 kg ha⁻¹) e 3,75 e 5,19 cm (285 kg ha⁻¹), aos 135 e 375 DAP, respectivamente.

Também pode ser verificado os efeitos dos fatores isolados (N, K₂O e DAP) para a largura mediana da folha D. As doses de N se ajustaram ao modelo de regressão linear, verificando-se na menor dose (15 kg ha⁻¹) valores de 3,72 cm e na maior dose (285 kg ha⁻¹) 4,28 cm, o que corresponde a um incremento de 13,22% (Figura 3C). As doses de K₂O e os dias após o plantio (DAP) foram ajustados ao modelo de regressão quadrática. Pela equação ajustada, verifica-se que a largura mediana da folha D máxima estimada foi de 4,23 cm, com a aplicação de 412,5 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 3D). Com relação aos dias após o plantio, a largura

mediana apresentou ponto de mínima aos 238 DAP, com 3,58 cm, aumentando a partir deste ponto (Figura 3E).



** e *: significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Figura 3. Largura basal da folha D de plantas de abacaxi em relação às doses de potássio (A); em relação aos dias após o plantio e nitrogênio (B) e largura mediana da folha D em relação às doses de nitrogênio (C), de potássio (D) e aos dias após o plantio (E)

O comprimento e a largura da folha D são importantes por estarem correlacionadas com a área foliar da planta. A área foliar apresenta relação direta com o aproveitamento da energia solar, que é transformada em energia química durante o processo de fotossíntese (Taiz & Zeiger, 2013). Desta forma, a área foliar reflete na capacidade da planta interceptar a radiação e de efetuar as trocas gasosas, sendo um indicativo da produtividade da planta (Francisco et al., 2014). Neste processo, o aumento do comprimento e largura basal com a aplicação de doses crescentes de potássio se justificam pela sua função, como ativador de várias enzimas durante a fotossíntese, respiração, abertura de estômatos e manutenção da turgidez celular (Ramos et al., 2010; Guarçoni & Ventura, 2011; Oliveira et al., 2015a).

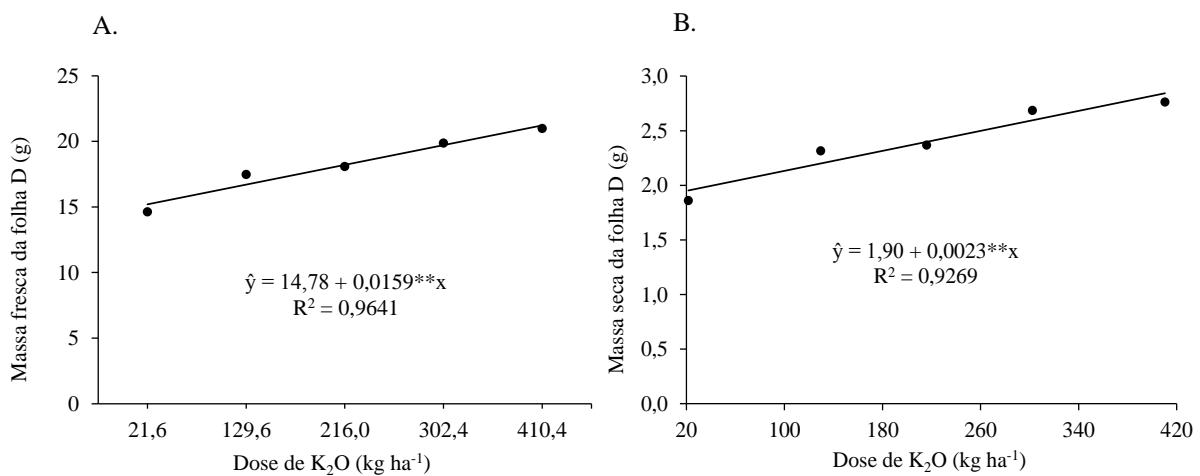
Ramos et al. (2006) trabalhando com o abacaxizeiro ‘Imperial’ verificaram aos 12 meses após o plantio, largura mediana da folha D de 5,27 cm com a aplicação da solução contendo todos os nutrientes, e na ausência de N e K₂O, verificaram largura de 4,02 e 4,68 cm, respectivamente. Estes resultados (4,02 e 4,68 cm) estão próximos aos encontrados no presente estudo, demonstrando que mesmo ocorrendo respostas lineares com as aplicações de doses crescentes de N e K₂O, é um indicativo de que as doses utilizadas não foram suficientes para ocorrer o máximo crescimento da folha D, que segundo Malezieux & Bartholomew (2003) dependendo da cultivar e das condições ecológicas pode chegar a 7 cm de largura.

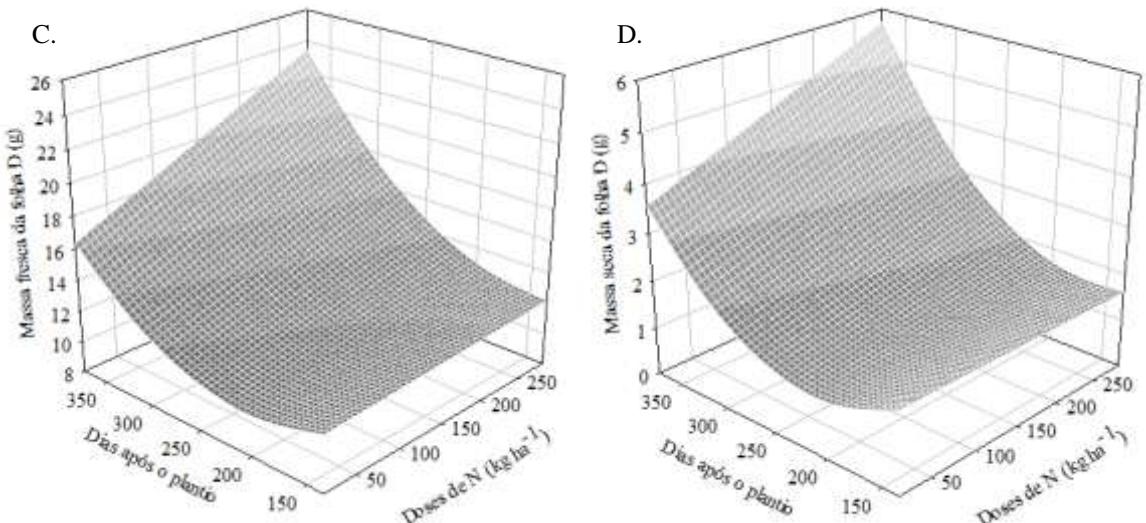
Segundo Ramos et al. (2013) o nitrogênio está envolvido no processo de fotossíntese, sendo necessário na síntese de clorofila, na limitação de N a planta diminui a eficiência na

utilização da luz solar e com isso, afeta a absorção de nutrientes e a produção de carboidratos para o seu desenvolvimento, o que pode justificar os resultados encontrados.

A adubação com K₂O aumentou linearmente a massa fresca da folha D de abacaxizeiro cv. Imperial (Figura 4A). Na menor dose (21,6 kg ha⁻¹) foi registrada massa fresca de 15,12 g e na maior dose (410,4 kg ha⁻¹) de 21,30 g, representando incremento de 29%. A massa seca da folha D também foi influenciada de forma linear pelas doses de K₂O, obtendo-se 1,95; 2,20; 2,40; 2,60 e 2,84 g com a aplicação de 21,6; 129,6; 216; 302,4 e 410,4 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente, representando aumento de 68,66%, da menor para a maior dose (Figura 4B).

Além da aplicação de potássio, a massa fresca da folha D também foi influenciada pelas doses crescentes de N e os dias após o plantio (Figura 4C). Aos 135 e 375 dias após o plantio, verificou-se na menor (15 kg ha⁻¹) e maior dose de N (285 kg ha⁻¹) incremento de 11,57 para 16,32 g e de 12,22 para 23,45 g, respectivamente, representando um acréscimo de 29,11 e 47,39% na massa fresca da folha D. O aumento das doses de N e os dias após o plantio também favoreceram o acúmulo de massa seca da folha D de abacaxizeiro (Figura 4D). Registraram-se valores de 3,56 e 5,74 g na menor (15 kg ha⁻¹) e maior dose de N (285 kg ha⁻¹), respectivamente, aos 375 dias após o plantio, representando um incremento de 37,95%.





$$\hat{y} = 19,19 - 0,0111^{***}N - 0,0837^{***}D + 0,0002^{**}D^2 + 0,0001^{**}ND \quad R^2 = 0,9825$$

$$\hat{y} = 5,3 - 0,005059^{***}N - 0,038709^{***}D + 0,00009^{**}D^2 + 0,0000035^{***}ND \quad R^2 = 0,9065$$

**significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 4. Massa fresca (A) e seca (B) da folha D de abacaxizeiro 'Imperial' em relação às doses de potássio e massa fresca (C) e seca (D) da folha D em relação às doses de nitrogênio e aos dias após o plantio

Para a cultivar Vitória, proveniente de muda meristemática, Silva et al. (2012) também verificaram respostas lineares positivas com a aplicação de N na massa fresca da folha D, aos 420 DAP registraram para as doses de 100 e 600 kg ha⁻¹ massa fresca de 35,9 e 47,1 g, respectivamente. Caetano et al. (2013) também verificaram na mesma cultivar efeito positivo, obtendo massa fresca e seca da folha D de 45,6 e 6,1 g na dose de 856 kg ha⁻¹ de N.

Em abacaxizeiro cv. Imperial, Sampaio et al. (2011) obtiveram massa de 34 g, aos 14 meses após o plantio, que correspondeu a massa do fruto com coroa de 670 g. Vilela et al. (2015) recomendam fazer a indução floral na cv. Vitória, quando a massa fresca da folha D for igual ou maior que 70 g ou diâmetro do talo mínimo de 8,5 cm, objetivando massa do fruto igual ou superior a 1,2 kg planta⁻¹.

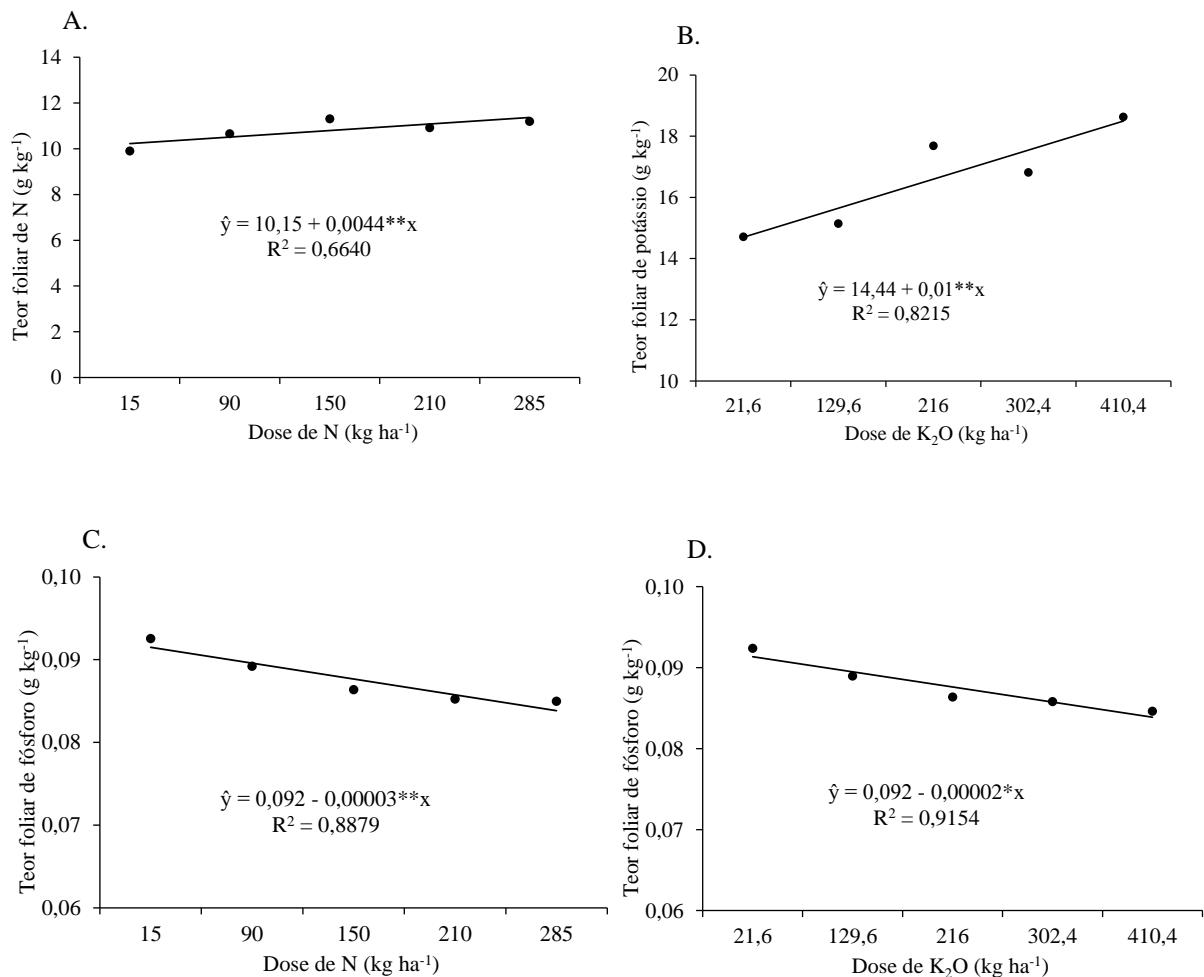
Alguns autores, reportaram efeito na massa seca e fresca da folha D, utilizando adubações com N e K, Oliveira et al. (2015b), em condições de sequeiro, verificaram massa máxima da folha D em abacaxizeiro ‘Imperial’ de 56 g, obtendo frutos de 1.086 g, com a aplicação de 364 kg ha⁻¹ de N e 600 kg ha⁻¹ de K₂O, e recomendam para a realização da indução floral no abacaxizeiro ‘Imperial’ massa mínima de 44 g da folha D, para obtenção de frutos com massa maior ou igual a 900 g, e para obtenção de frutos médios (1.200 g) e graúdos (1.800 g), é necessário ter massa fresca da folha D de 62 e 99 g, respectivamente. Rodrigues et al. (2013) registraram massa fresca da folha D de 82,8 g na cv. Pérola com a relação de K:N de 3:1 (7,2 g planta⁻¹ de N). Guarçoni & Ventura (2011) verificaram na cv. Gold, valor máximo estimado em 6,84 g, com aplicação de 638,0 kg ha⁻¹ de N e 571,9 kg ha⁻¹ de K₂O de massa seca da folha D.

Os resultados indicam que o requerimento da cultivar Imperial está muito acima do disponibilizado com a adubação, além disso, o baixo acúmulo de massa pode ser justificado pela utilização de mudas provenientes de cultura *in vitro*, mesmo tendo passado por todo o processo de aclimatação, as plantas apresentaram crescimento lento, que provavelmente se agravou com a adubação insuficiente, além disso, as precipitações durante a condução do experimento foram irregulares.

As crescentes doses de N aumentaram linearmente o teor foliar de N, verificando-se com as doses de 15 e 285 kg ha⁻¹, valores de 10,22 e 11,40 g kg⁻¹, respectivamente, o que representa um incremento de 10,42% (Figura 5A). Para o teor foliar de potássio houve ajuste do modelo de regressão linear com as crescentes doses de K₂O, registrando-se incremento de 20,96%, com 21,6 e 410,4 Kg ha⁻¹, correspondendo a um teor de 14,66 e 18,54 g kg⁻¹, respectivamente (Figura 5B).

O teor de fósforo foliar diminuiu com as crescentes doses de N (Figura 5C), apresentando 0,09 e 0,08 g kg⁻¹, com 15 e 285 kg ha⁻¹ de N respectivamente, o que representa uma redução

de 8,52%. A mesma tendência foi verificada com as doses crescentes de K₂O, registrando-se na menor dose (21,6 kg ha⁻¹) valor de 0,09 g kg⁻¹ e na maior (410,4 kg ha⁻¹) valor de 0,08g kg⁻¹, com redução de 8,51% no teor foliar de fósforo (Figura 5D).



** e *: significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente

Figura 5. Teor de N na folha D de plantas de abacaxi em relação a doses de nitrogênio (A) e teor foliar de potássio na folha D de plantas de abacaxi em relação às doses de potássio (B) e teor foliar de fósforo na folha D de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio (C) e de potássio (D)

Resultados semelhantes foram encontrados por Guarçoni & Ventura (2011) na cv. MD2, onde verificaram aumentos crescentes dos teores foliares de N com a adubação com ureia.

Silva et al. (2012) aos 300 DAP, relataram teor máximo de N na cv. Vitória de 15,1 e 9,4 g kg⁻¹, respectivamente, para a porção clorofilada e aclorofilada, com a dose de 405,8 kg ha⁻¹ de N.

A recomendação geral para os teores adequados de nutrientes da folha D do abacaxizeiro, no início do florescimento, é de 15-17 g kg⁻¹ de N, sendo o valor limítrofe para o crescimento de novos tecidos de 8,7 g kg⁻¹ de N (Malezieux & Bartholomew, 2003). Os resultados encontrados no presente estudo (11,40 g kg⁻¹) estão acima do limite mínimo, mas abaixo da faixa considerada adequada para a indução floral, sendo consequência de vários fatores, como baixa fertilidade natural do solo, insuficiência de adubação, solo com textura arenosa, precipitações irregulares durante o período do experimento e a utilização de mudas meristemáticas.

A nutrição balanceada é fundamental para se obter altas produtividades, segundo Epstein e Bloom (2006) a ausência ou restrição de nitrogênio tende a exibir no crescimento, desenvolvimento ou reprodução da planta alguma anormalidade, alterando a taxa e intensidade de crescimento e, mesmo características morfológicas específicas, em relação às plantas menos privadas. Em abacaxizeiro cv. Imperial, Ramos et al. (2009), verificaram que a deficiência de N causaram amarelecimento progressivo e generalizado nas folhas, coloração amarelo alaranjada na base das folhas, secamento no ápice das folhas mais velhas e produção de frutos pequenos, com branqueamento na polpa e clorose nas folhas da coroa, o que também foi observado visualmente neste trabalho (Figura 6).

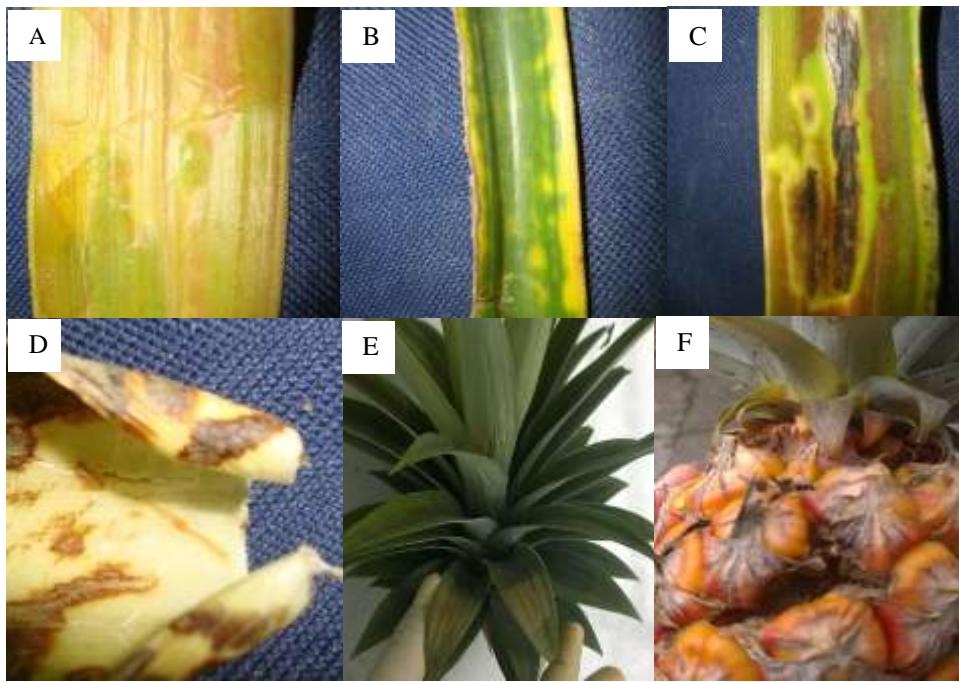


Figura 6. Sintomas de deficiência em nutrientes na folha (A, B, C e D) coroa do fruto (E) e fruto (F) de abacaxizeiro cv. Imperial

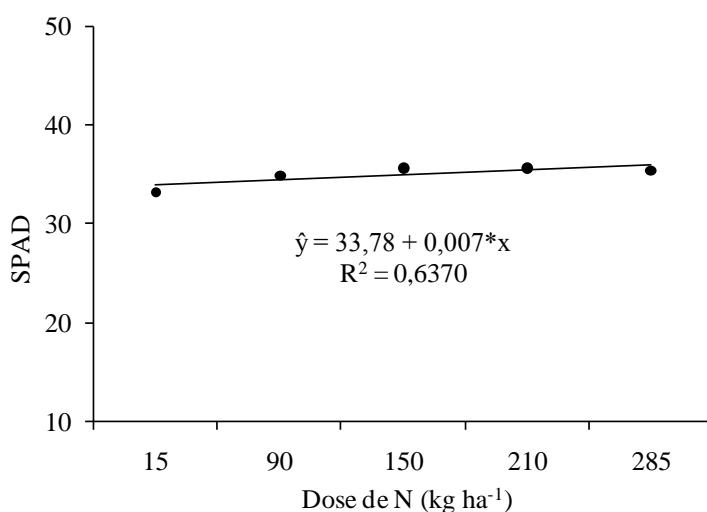
Apesar do aumento no teor foliar de K com as crescentes adubações, verifica-se que o teor encontrado na maior aplicação ($410,4 \text{ kg ha}^{-1}$), próximo à indução floral, está abaixo do requerido pela cultura, que segundo Malezieux & Bartholomew (2003) é de $22\text{-}30 \text{ g kg}^{-1}$ de K. Outros autores também relataram o aumento no teor foliar de K com aplicações crescentes de K, Teixeira et al. (2011) verificaram na ‘Smooth Cayenne’ que independentemente da fonte utilizada, houve aumento dos teores de K na folha. Esses resultados podem ser explicados pelos baixos valores de potássio antes da instalação do experimento ($22,67 \text{ mg dm}^3$). Com isso, os baixos valores de K₂O no solo, a aplicação de doses insuficientes para suprimir a demanda do abacaxizeiro ‘Imperial’ e a irregularidade da precipitação, podem ter contribuído para a baixa produtividade.

A diminuição do teor de fósforo com aplicações de doses crescentes de N também foi verificado por Silva et al. (2012) na porção clorofilada aos 300 DAP na cv. Vitória. Oliveira

et al. (2015c) também verificaram na ‘Imperial’ redução de forma linear dos teores de fósforo com o aumento das doses de N e K₂O, e justificaram pelo efeito diluição. Spironello et al. (2004) relataram que houve diminuição da concentração de P com a aplicação de N, entretanto, como a concentração foliar foi de 1,0 g kg⁻¹ de P, consideraram normal por garantir elevada produtividade e qualidade de frutos.

A disponibilidade de P afeta diretamente a ativação de algumas enzimas do ciclo de Calvin e pode provocar alterações na fotossíntese, uma vez que o P atua como agente formador da molécula de ATP, na fase fotoquímica da fotossíntese, que será utilizada na fase bioquímica, dessa forma, baixa produção de ATP afetará diretamente o crescimento das plantas (Buchanan et al., 2015). A recomendação geral para os teores adequados de P da folha D no início do florescimento é de ± 1,0 g kg⁻¹ (Malezieux & Bartholomew, 2003), estando muito acima do encontrado no presente estudo, a irregularidades das chuvas pode ter influenciado no processo de absorção, por que no momento da implantação do experimento o solo apresentava elevados teores de P (21,42 mg dm³).

Na Figura 7 estão registrados os valores do índice SPAD na folha D em função da adubação nitrogenada, verifica-se aumento linear do índice SPAD, 33,88; 34,41; 34,83; 35,25 e 35,77 unidades, com as crescentes doses de N 15; 90; 150; 210 e 285 kg ha⁻¹, respectivamente, indicando um acréscimo de 5,28% da menor para a maior dose de N.



*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

Figura 7. Índice SPAD na folha D de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio

A clorose das folhas é um dos principais indicativos da deficiência de nitrogênio, quando a deficiência não é severa as folhas mais jovens continuam verdes e as mais velhas amareladas, sendo um indicativo da mobilidade do N, alguns aparelhos como SPAD apresenta correlação positiva com o teor de clorofila e com o teor de N nas folhas, podendo ser uma ferramenta auxiliar na tomada de decisão da adubação nitrogenada, para identificar deficiência ou situações que não necessite da aplicação de N (Markwell et al., 1995; Raij, 2011; Leonardo et al., 2013; Ramos et al., 2013).

Para abacaxizeiro cv. Imperial, Ramos et al. (2013) verificaram que com a solução contendo todos os nutrientes, o índice SPAD e a concentração foliar de N apresentaram 75,7 unidades e $14,8 \text{ g kg}^{-1}$, respectivamente, e no tratamento deficiente de N, obtiveram 36,6 unidades do índice SPAD e $9,7 \text{ g kg}^{-1}$ de N na folha, além disso, observaram redução no comprimento da folha D com a deficiência de N e correlação linear positiva da leitura SPAD com a largura da folha D. No presente estudo, o valor do índice SPAD (35,77 unidades) da maior dose de N (285 kg ha^{-1}) estão próximos aos reportados por Ramos et al. (2013) em plantas com deficiência de N, indicando que as plantas apresentaram restrição de nutrientes durante o crescimento vegetativo e requerem maiores doses de N para alcançar elevadas produtividades.

Na deficiência de N, as plantas de abacaxizeiro tendem a apresentar porte reduzido e folhas amareladas ou verde-amarelada, isso ocorre porque o nitrogênio é utilizado na síntese de clorofila, e na sua deficiência no solo, a planta degrada as moléculas de clorofila, para

translocar o N para as regiões de crescimento ativo (Furlani Junior et al., 1996; Malezieux & Bartholomew, 2003).

Na Tabela 1, verifica-se que existe maior correlação de Person entre os parâmetros de desenvolvimento da planta e a produtividade, em detrimento aos teores foliares de N, P, K, demonstrando que para alcançar produtividades elevadas é necessário verificar os aspectos que interferem no crescimento vegetativo do abacaxizeiro. Observa-se que a produtividade se correlaciona de forma negativa com os teores foliar de nitrogênio e potássio, e de forma positiva com o comprimento da folha D, massa fresca da folha D e massa do fruto com coroa. A maior correlação foi verificada entre a produtividade e a massa do fruto com coroa (1,0), seguida pela massa fresca da folha D e o comprimento da folha D (0,97). Houve correlação da massa do fruto com coroa de 0,55 e 0,63 em relação ao comprimento e massa fresca da folha D, respectivamente.

Tabela 1. Análise de correlação linear de Pearson entre as variáveis produtividade (PROD), teores foliar de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K) e, comprimento (COMP) e massa fresca da folha D (MFF) e, massa do fruto com coroa (MCF) de plantas de abacaxi, Areia-PB

	PROD	N	P	K	COMP	MFF
N	-0,4834**					
P	-0,3789*	0,0591 ^{ns}				
K	0,2905 ^{ns}	-0,3514 ^{ns}	0,0884 ^{ns}			
COMP	0,5595**	-0,0815 ^{ns}	-0,2728 ^{ns}	0,1170 ^{ns}		
MFF	0,6324**	-0,1305 ^{ns}	-0,2779 ^{ns}	0,1662 ^{ns}	0,9723**	
MCF	1,0000**	-0,4834**	-0,3789*	0,2905 ^{ns}	0,5595**	0,6324**

^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t, respectivamente

Resultados semelhantes foram encontrados por Oliveira et al. (2015b) onde relataram para a cv. ‘Imperial’ maior correlação entre a massa do fruto e a massa da folha D, para a massa máxima observada na folha D (56 g) estimaram massa do fruto de 1.096 g, a mínima massa de fruto para obtenção de frutos de 900 g seria de 44 g, também verificaram correlação de 0,80 entre o comprimento e a massa da folha D. Na cv. MD-2, Guarçoni & Ventura, (2011) registraram correlação positiva entre a massa do fruto com e sem coroa e as variáveis comprimento e massa da folha D. Entretanto, relataram que os teores de N e K na folha D, no momento da indução floral, apresentaram correlação com o desenvolvimento do fruto, o que não foi verificado em abacaxizeiro ‘Imperial’.

Estes resultados sugerem que a massa e o comprimento da folha D, no momento da indução artificial, podem ser utilizados como parâmetros para obtenção de máxima produtividade do abacaxizeiro ‘Imperial’.

CONCLUSÕES

1. Nas condições em que o estudo foi realizado, a dose de 285 kg ha⁻¹ promove maior largura mediana da folha D, índice SPAD e teor foliar de N. O comprimento da folha D, a largura basal, massa fresca e seca e teor foliar de K foi favorecido com a dose de 410,4 kg ha⁻¹ de K₂O.
2. A massa fresca e o comprimento da folha D, no momento da indução artificial, podem ser utilizados como parâmetros para inferir sobre a produtividade do abacaxizeiro ‘Imperial’.

LITERATURA CITADA

- AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em:
<http://www.aesa.pb.gov.br/>. Acesso em: 15 de abril de 2016.
- Amorim, A. V.; Lacerda, C. F.; Moura, C. F. H. Gomes Filho, E. Fruit size and quality of pineapples cv. Vitória in response to micronutrient doses and way of application and to soil covers. Revista Brasileira de Fruticultura, volume especial, p.505-510, 2011.
- Arshad, A. M.; Armanto, M. E. Effect of nitrogen on growth and yield of pineapple grown on BRIS soil. Journal of Environmental Science and Engineering, p.1285-1289, 2012.
- Ayoade, J. O. Introdução à climatologia para os Trópicos. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 332p.
- Buchanan, B. B.; Grussem, W.; Jones, R. L. Biochemistry and Molecular Biology of Plants. 2. ed. Rockville, MD: American Society of Plant Physiologists, 2015. 1264p.
- Caetano, L. C. S.; Ventura, J. A.; Costa, A. F. S.; 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, v.35, p.883-890, 2013.
- EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 2013. 353p.

- Epstein, E.; Bloom, A. J. Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas. 2. ed. Londrina: Editora Planta, 2006. 401p.
- Francisco, J. P.; Diotto, A. V.; Folegatti, M. V.; Silva, L. D. B.; Piedade, S. M. S. Estimativa da área foliar do abacaxizeiro cv. Vitória por meio de relações alométricas. Revista Brasileira de Fruticultura, v.36, p.285-293, 2014.
- Furlani Júnior, E.; Nakagawa, J.; Bulhões, L. J.; Moreira, J. A. A.; Grassi Filho, H. Correlation between chlorophyll readings and levels of nitrogen applied in bean. Bragantia, v.55, p.171-175, 1996.
- Guarçoni, 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, p.1367-1376, 2011.
- IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 01 de janeiro de 2017.
- Leonardo, F. A.; Pereira, W. E.; Silva, S. M.; Costa, J. P. Teor de clorofila e índice SPAD no abacaxizeiro cv. Vitória em função da adubação nitrogenada. Revista Brasileira de Fruticultura, v.35, p.377-383, 2013.
- Malezieux, E.; Bartholomew, D. P. Plant nutrition. In: Bartholomew, D.P.; Paul, R.E.; Rohrbach, K.G. The Pineapple: botany, production and uses. Honolulu: CAB, 2003. p.143-165.
- Markwell, J.; Osterman, J. C.; Mitchell, J. L. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. Photosynthesis Research, v.46, p.467-472, 1995.
- Marques, L. S.; Anfreotti, M.; Buzetti, S.; Isepon, J. S. Produtividade e qualidade de abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne, cultivado com aplicação de doses e parcelamentos do nitrogênio, em Guaraçá - SP. Revista Brasileira de Fruticultura, v.33, p.1004-1014, 2011.
- Marschner, P. Mineral nutrition of higher plants. 3.ed. London: Academic Press, 2012. 672p.

- Melo, A. S.; Aguiar Netto, A. O.; Dantas Neto, J. Brito, M. E. B.; Viégas, P. R. A. Magalhães, L. T. S.; Fernandes, P. D. Desenvolvimento vegetativo, rendimento da fruta e otimização do abacaxizeiro cv. Pérola em diferentes níveis de irrigação. Revista Ciência Rural, v.36, n.1, p.93-98, 2006.
- Oliveira, A. M. G. O.; Natale, W.; Rosa, R. C. C.; Junghans, D. T. Adubação N-K no abacaxizeiro ‘BRS Imperial’ - I - Efeito no desenvolvimento e na floração da planta. Revista Brasileira Fruticultura, v.37, p.755-763, 2015b.
- Oliveira, A. M. G. O.; 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 Fruticultura, v.37, p.764-773, 2015c.
- Oliveira, A. M. G.; Pereira, M. E. C.; Natale, W.; Nunes, W. S.; Ledo, C. A. S. Qualidade do abacaxizeiro ‘BRS Imperial’ em função de doses de N-K. Revista Brasileira Fruticultura, v.37, p.497-506, 2015a.
- Oliveira, E. D.; Carvalho, R. A.; Lacerda, J. D.; Choairy, S. A.; Barreto Neto, M. Abacaxi: sistema de cultivo para o tabuleiro paraibano. EMEPA, 2002, 38p.
- Omotoso, S. O.; Akinrinde, E. A. Effect of nitrogen fertilizer on some growth, yield and fruit quality parameters in pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.) plant at Ado-Ekiti Southwestern, Nigeria. International Research Journal of Agricultural Science and soil Science, v.3, p.11-16, 2013.
- Pegoraro, R. F.; Souza, B. A. M.; Maia, V. M.; Silva, D. F.; Medeiros, A. C.; Sampaio, R. A. Macronutrient uptake, accumulation and export by the irrigated 'Vitória' pineapple plant. Revista Brasileira de Ciências do Solo, v.38, p.896-904, 2014.
- Raij, B. V. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: IPNI, 2011. 420p.

Ramos, M. J. M. Caracterização de sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro cultivar ‘Imperial’. Campo dos Goytacazes: UENFDR, 2006. 76 p. Tese Doutorado.

Ramos, M. J. M.; Monnerat, P. H.; Carvalho, A. J. C.; Pinto, J. L. A.; Silva, J. A. Sintomas visuais de deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro ‘Imperial’. Revista Brasileira de Fruticultura, v.31, p.252-256, 2009.

Ramos, M. J. M.; Monnerat, P. H.; Pinho, L. G. R. Leitura SPAD em abacaxizeiro Imperial cultivado em deficiência de macronutrientes e de boro. Revista Brasileira de Fruticultura, v.35, p.277-281, 2013.

Ramos, M. J. M.; Monnerat, P. H.; Pinho, L. G. R.; Carvalho, A. J. C. 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. R. C.; Costa, J. T. A.; Cunha, G. A. P. Influência da época de plantio, tamanho da muda e idade da planta para a indução floral do abacaxi Smooth Cayenne no Recôncavo Baiano II – produtividade e características do fruto. Fruits, v.42, p.13-23, 1987.

Reinhardt, D. H.; Cabral, J. R. S.; Souza, L. F. S.; Sanches, N. F.; Matos, A. P. Pérola and Smooth Cayenne pineapple cultivars in the state of Bahia, Brazil: growth, flowering, pests, diseases, yield and fruit quality aspects. Fruits, v.57, p.43-53, 2002.

Rodrigues, A. A.; Mendonça, R. M. N.; Silva, A. P.; Silva, S. M. Nutrição mineral e produção de abacaxizeiro ‘Pérola’, em função das relações K/N na adubação. Revista Brasileira de Fruticultura, v.35, 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, v.32, p.126-134, 2010.

SAS INSTITUTE. Statistical analysis system: release 9.3. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2011.

Silva, A. L. P.; Silva, A. P.; Souza, A. P. S.; 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, v.36, p.447-456, 2012.

Souza, E. P. Desenvolvimento, nutrição mineral, produção e qualidade de infrutescência do abacaxizeiro 'Gold' em função das relações K/N. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2010. 102p.

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, v.26, p.155-159, 2004.

Taiz, L.; Zeiger, E. Fisiologia vegetal. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

Tedesco, M. J.; Gianello, C.; Bissani, C. A.; Bohnen, H.; Volkweiss, S. J. Análise de solo, plantas e outros materiais, Porto Alegre, UFRGS, 1995. 174p.

Teixeira, L. A. J.; Quaggio, J. A.; Cantarella, H.; Mellis, E. V. Potassium fertilization for pineapple: effects on plant growth and fruit yield. Revista Brasileira de Fruticultura, v.33, p.618-626, 2011.

Ventura, J. A.; Cabral, J. R. S.; Matos, A. P. 'Vitória': new pineapple cultivar resistant to fusariosis. Acta Horticulturae, v.822, p.51-55, 2009.

Viana, E. S.; Reis, R. C.; Jesus, J. L.; Junghans, D. T.; Souza, F. V. D. Caracterização físico-química de novos híbridos de abacaxi resistentes à fusariose. Ciência Rural, v.43, p.1155-1161, 2013.

Vilela, G. B.; Pegoraro, R. F.; Maia, V. M. Predição de produção do abacaxizeiro 'Vitória' por meio de características fitotécnicas e nutricionais. Revista Ciência Agronômica, v.46, p.724-732, 2015.

CAPÍTULO II

Biometria do abacaxizeiro ‘Imperial’ em resposta as doses de nitrogênio e potássio

Será submetido à Revista Ceres

ISSN: 2177-3491

Fator de Impacto: 0.43

Biometria do abacaxizeiro ‘Imperial’ em resposta as doses de nitrogênio e potássio

RESUMO

O suprimento adequado de nutrientes intensifica o crescimento vegetativo do abacaxizeiro, com a escassez de estudos para a cv. Imperial surge à necessidade de verificar se as recomendações de N e K propostas para outras cultivares suprem as exigências da ‘Imperial’. Assim, objetivou-se avaliar o crescimento vegetativo do abacaxizeiro cv. Imperial adubado com doses de N e K. O experimento foi conduzido no município de Alhandra, Estado da Paraíba, no período de junho/2013 a fevereiro/2015. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições e os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial conforme a matriz *Plan Plueba III*, que consiste da combinação de cinco doses de N (15; 90; 150; 210 e 285 kg ha⁻¹) na forma de ureia; cinco doses de K (21,6; 129,6; 216,0; 302,4 e 410,4 kg ha⁻¹) na forma de KCl e dias após o plantio (135, 195, 255, 315 e 375 DAP). Avaliou-se comprimento e diâmetro do caule; comprimento da raiz; número de folhas do tipo A, B, C, D, E e F; massa fresca e seca do caule, raiz, das folhas e total. Houve interação entre N e K₂O, interação de doses de N com DAP e de doses de K₂O com DAP. A aplicação das maiores doses de N (285 kg ha⁻¹) e K₂O (410 Kg ha⁻¹) favoreceu o crescimento vegetativo da cv. Imperial. Verificou-se que a produção de massa fresca total variou entre 765,8 e 1.059,9 g planta⁻¹ com aplicação de 15 e 285 kg ha⁻¹ de N, e variou entre 765 e 1.066,7 g planta⁻¹ com 22 e 410 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente. A adubação nitrogenada causou um incremento de 24,95% na produção de massa seca total, que apresentou médias de 125,4 e 167,1 g, com adubação de 15 e 285 kg ha⁻¹, respectivamente, aos 375 dias após o plantio. Apesar do incremento em todas as variáveis analisadas com as doses recomendadas, verifica-se que a cv. Imperial tem um nível de exigência maior do que as doses utilizadas.

Palavras-chave: *Ananas comosus* L. var. *comosus*; crescimento vegetativo; nutrição mineral.

Biometry of 'Imperial' pineapple in response to nitrogen and potassium doses

ABSTRACT

Adequate supply of nutrients enhances the growth of pineapple, with the scarcity of studies for cv. Imperial emerges from the need to verify if the recommendations of N and K proposed for other cultivars meet the requirements of the 'Imperial'. The objective of this study was to evaluate the vegetative growth of cv. Imperial fertilized with doses of N and K. The experiment was conducted in the municipality of Alhandra, State of Paraíba, from June/2013 to February/2015. The experimental design was a randomized complete block design with three replications and the treatments were arranged in a factorial scheme according to the *Plan Plueba III* matrix, which consists of the combination of five doses of N (15, 90, 150, 210 and 285 kg ha⁻¹) In the form of urea; Five doses of K (21.6, 129.6, 216.0, 302.4 and 410.4 kg ha⁻¹) as KCl and days after planting (135, 195, 255, 315 and 375 DAP). The length and diameter of the stem were evaluated; Root length; Number of sheets of type A, B, C, D, E and F; Fresh and dry mass of the stem, root, leaves and total. There was interaction between N and K₂O, interaction of doses of N with DAP and doses of K₂O with DAP. The application of higher doses of N (285 kg ha⁻¹) and K₂O (410 kg ha⁻¹) favored the vegetative growth of cv. Imperial. Total fresh weight production ranged from 765.8 to 1,059.9 g plant⁻¹ with application of 15 and 285 kg ha⁻¹ N, and ranged from 765 to 1,066.7 g plant⁻¹ with 22 And 410 kg ha⁻¹ of K₂O, respectively. Nitrogen fertilization caused a 24.95% increase in total dry matter yield, which presented averages of 125.4 and 167.1 g, with fertilization of 15 and 285 kg ha⁻¹, respectively, at 375 days after planting. Despite the increase in all the variables analyzed with the recommended doses, it is verified that cv. Imperial has a higher requirement level than the doses used.

Keywords: *Ananas comosus* L. var. *comosus*; vegetative growth; mineral nutrition.

INTRODUÇÃO

A região Nordeste do Brasil é a principal produtora nacional da infrutescência de abacaxizeiro (590 747 t), com destaque para o estado da Paraíba, com rendimento médio de 30.023 kg ha⁻¹ (IBGE, 2017). Apesar do rendimento superior do estado da PB em relação à média nacional é necessário à otimização das práticas de manejo, visando assegurar a qualidade das infrutescências do abacaxi.

Na abacaxicultura, tais práticas consistem no fornecimento de nutrientes, de acordo com as exigências da cultura e a disponibilidade de nutrientes do solo, a utilização de variedades resistentes a pragas e doenças, tipos de muda, irrigação, densidades de plantio, manejo de pragas, doenças e plantas daninhas, etc. (Cardoso *et al.*, 2013).

A utilização de cultivares resistentes, principalmente a fusariose, pode contribuir para reduzir os custos de produção, com menor exposição dos trabalhadores rurais e consumidores aos produtos químicos e redução da poluição ambiental, além de reduzir as perdas de pós-colheita. A cv. ‘Imperial’ é uma planta resistente a fusariose, apresenta porte médio, sem espinhos nas bordas, elevado teor de açúcar, acidez titulável moderada e conteúdo moderado em ácido ascórbico (Cabral & Matos, 2005), pode ser promissora para as regiões produtoras de abacaxizeiro, entretanto, os estudos no Brasil sobre as exigências nutricionais desta cultivar, ainda são incipientes.

Em virtude da baixa fertilidade natural dos solos da região Nordeste e da elevada exigência nutricional do abacaxizeiro, a nutrição de plantas é determinante no aumento da produtividade. O estado nutricional do abacaxizeiro depende das características físicas e químicas do solo, disponibilidade de água, desenvolvimento do sistema radicular e dos fatores físicos e biológicos que influenciam na extração de nutrientes do solo, afetando o crescimento, a produção e a qualidade dos frutos (Malezieux & Bartholomew, 2003).

Diversos são os parâmetros utilizados para avaliar o desenvolvimento vegetativo do abacaxizeiro, como o número e a massa de folhas; a massa, o comprimento e a largura da folha ‘D’; a altura e a massa das plantas; bem como o tipo, o número e a massa das mudas (Oliveira *et al.*, 2015). Portanto, para aumentar o desenvolvimento da planta e, consequentemente a produtividade, qualidade e massa dos frutos é fundamental a aplicação de adubação equilibrada (Amorim *et al.*, 2011), sendo essencial a determinação das exigências nutricionais em cada fase de desenvolvimento da cultura (Pegoraro *et al.*, 2014a).

Dentre os nutrientes minerais essenciais ao desenvolvimento da cultura, o N e K são os requeridos em maiores quantidades. O nitrogênio é constituinte de vários compostos em plantas, como aminoácidos, ácidos nucléicos e clorofila (Novais *et al.*, 2007). Por sua vez, o potássio tem importante função no estado energético da planta, na translocação e armazenamento de assimilados e na manutenção da água nos tecidos vegetais (Fernandes, 2006). As plantas com nutrição adequada produzirão frutos maiores e de melhor qualidade, sendo importante fazer o acompanhamento do crescimento do abacaxizeiro (Feitosa *et al.*, 2011).

Quando o suprimento de um elemento essencial é inadequado gera desequilíbrio do metabolismo normal, expresso por crescimento lento, alterações foliares, redução na produtividade e valor comercial (Epstein & Bloom, 2006; Ramos *et al.*, 2009; Taiz & Zeiger, 2013). Em abacaxizeiro cv. Imperial, Ramos *et al.* (2009), verificaram que a deficiência de N causou amarelecimento progressivo e generalizado nas folhas, além de coloração amarelo alaranjada na base das folhas. Com a deficiência de potássio observaram redução do tamanho e largura das folhas, necrose no ápice das folhas mais velhas, manchas escuras na polpa dos frutos e tendência ao tombamento.

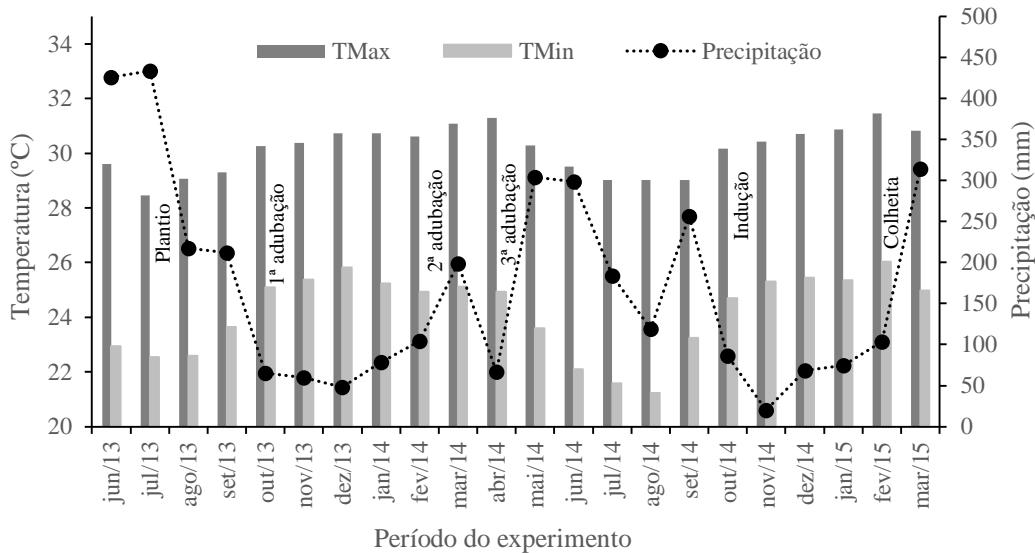
O manejo da adubação, em função do atendimento das necessidades nutricionais das plantas, com retorno em produção economicamente viável, ainda não está estabelecido para a

cv. Imperial, não existindo, neste sentido, estudos no estado da Paraíba. Por ser incipiente o conhecimento do comportamento desta cv. nas regiões produtoras de abacaxizeiro é necessário a implantação de experimentos que demonstre aos produtores a viabilidade econômica e promova aceitação no mercado consumidor. Além disso, pode ser uma alternativa promissora para diversificar as cultivares prevalecentes no estado da PB, com isso, objetivou-se avaliar o crescimento vegetativo do abacaxizeiro cv. Imperial, adubado com doses de N e K.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Alhandra-PB, o qual está definido pelas coordenadas geográficas $7^{\circ} 21,9' 43''S$ e $34^{\circ} 56,1' 93''W$ e altitude de 49 m. O clima predominante na região é As', quente e úmido, segundo a classificação de Köppen, com maiores intensidades de chuva nas estações outono/inverno (Ayoade, 1996). A temperatura média anual em 2013 e 2014, período do experimento, foi entre 22 e 26 °C, e precipitação de 1.677 e 1.787 mm, respectivamente (AESÁ, 2016).

O solo da área é classificado como Neossolo quartzarênicos. Para a análise química da camada de solo de 0-20 cm de profundidade, foram coletadas 30 amostras simples, em zigue-zague, para formar uma amostra composta, que apresentou as seguintes características químicas: pH em água (1:2,5) – 5,28; P – 21,42 mg dm³; K⁺ – 22,67 mg dm³; Na⁺ – 0,03; H⁺ + Al⁺³ – 3,38; Al⁺³ – 0,25; Ca⁺² – 0,40; Mg⁺² – 0,35; SB – 0,84; CTC – 4,22 (Todos em cmol_c dm³); V – 19,91%; m – 22,94% e m.o -10,70 g kg⁻¹. A análise granulométrica apresentou 905, 48 e 47 g kg⁻¹, de areia, silte e argila, respectivamente, situando-se na classe textural areia (EMBRAPA, 2013). Os dados pluviométricos coletados durante a condução do experimento são apresentados na Figura 1.



Fonte: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA.

Figura 1: Temperatura mínima, máxima e precipitação em Alhandra-PB, durante o período experimental, evidenciando as principais épocas de manejo nutricional das plantas.

As mudas do cultivar Imperial, provenientes de cultivo *in vitro*, foram aclimatizadas por um ano no viveiro de Fruticultura da Universidade Federal da Paraíba e selecionadas quanto aos aspectos sanitário e tamanho ($30\text{ cm} \pm 10\text{ cm}$). Durante o processo de aclimatização foram realizadas adubações foliares com Ubyverde® fertilizante mineral misto, composto por Mg (1,4%), Cu (0,5%), Zn (0,5%), S (2,7%), Fe (0,5%), P₂O₅ (15%), B (0,5%), Mn (0,5%), K₂O (15%), N (15%), Mo (0,02%) e Ca (1%) e aplicações do fungicida Aliette® como controle preventivo, em intervalo de 30 dias, durante nove meses.

Em julho de 2013 foi efetuado o plantio em condições de sequeiro, em fileiras simples no espaçamento de $0,30 \times 0,80\text{ m}$. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições. As parcelas foram constituídas por 70 plantas (cinco fileiras de 14 plantas, considerando úteis as 30 plantas centrais). Os tratamentos foram separados por uma faixa sem plantas de $0,50\text{ m}$ e os blocos por $1,50\text{ m}$. Estes foram dispostos em esquema

fatorial conforme a matriz *Plan Plueba* III, onde verificou-se qual a maior dose do nutriente recomendada nos boletins técnicos dos estados do Nordeste, para abacaxizeiro. Sobre esta foi acrescido 20% na maior dose de recomendação, sendo calculada a dose média do nutriente. Esta foi então aplicada na matriz, obtendo as doses de N e K utilizadas no estudo. Portanto, para o ensaio utilizou-se cinco doses de N (15; 90; 150; 210 e 285 kg ha⁻¹), tendo como fonte ureia; cinco doses de K (21,6; 129,6; 216,0; 302,4 e 410,4 kg ha⁻¹) tendo como fonte KCl e dias após o plantio (135, 195, 255, 315 e 375 DAP).

A adubação fosfatada foi aplicada de uma só vez, no solo, próximas à base da planta, aos 65 dias após o plantio (DAP). A adubação nitrogenada e potássica foram realizadas de acordo com o tratamento aos 65, 195 e 255 DAP, nas mesmas proporções, utilizando como fontes ureia e cloreto de potássio, respectivamente. As plantas receberam pulverizações foliares com micronutrientes (B, Zn, Cu e Fe) aos 135, 195, 255 e 315 DAP, utilizando como fontes bórax (1,9 kg ha⁻¹), sulfato de zinco (8 kg ha⁻¹), sulfato de cobre (8 kg ha⁻¹) e sulfato de ferro (16 kg ha⁻¹), segundo as recomendações de Oliveira *et al.* (2002).

Para o controle de plantas daninhas, fez-se capina manual, a cada dois meses, até o décimo sexto mês após o plantio. O controle de cochonilha (*Dysmicoccus brevipes*) foi realizado através da aplicação do inseticida Evidence®, 30 g 100 L⁻¹ de água.

A indução floral foi realizada aos 14 meses após o plantio, mediante a aplicação de 50 ml planta⁻¹ da solução de etefon (ácido 2-cloroetilfosfônico), adicionando-se 2% de ureia, na roseta central. As avaliações do crescimento da planta foram realizadas aos 135, 195, 255, 315 e 375 DAP, a partir da coleta, de forma aleatória na parcela útil, de duas plantas. As mesmas foram identificadas, acondicionadas e transportadas até o laboratório de Fruticultura da UFPB.

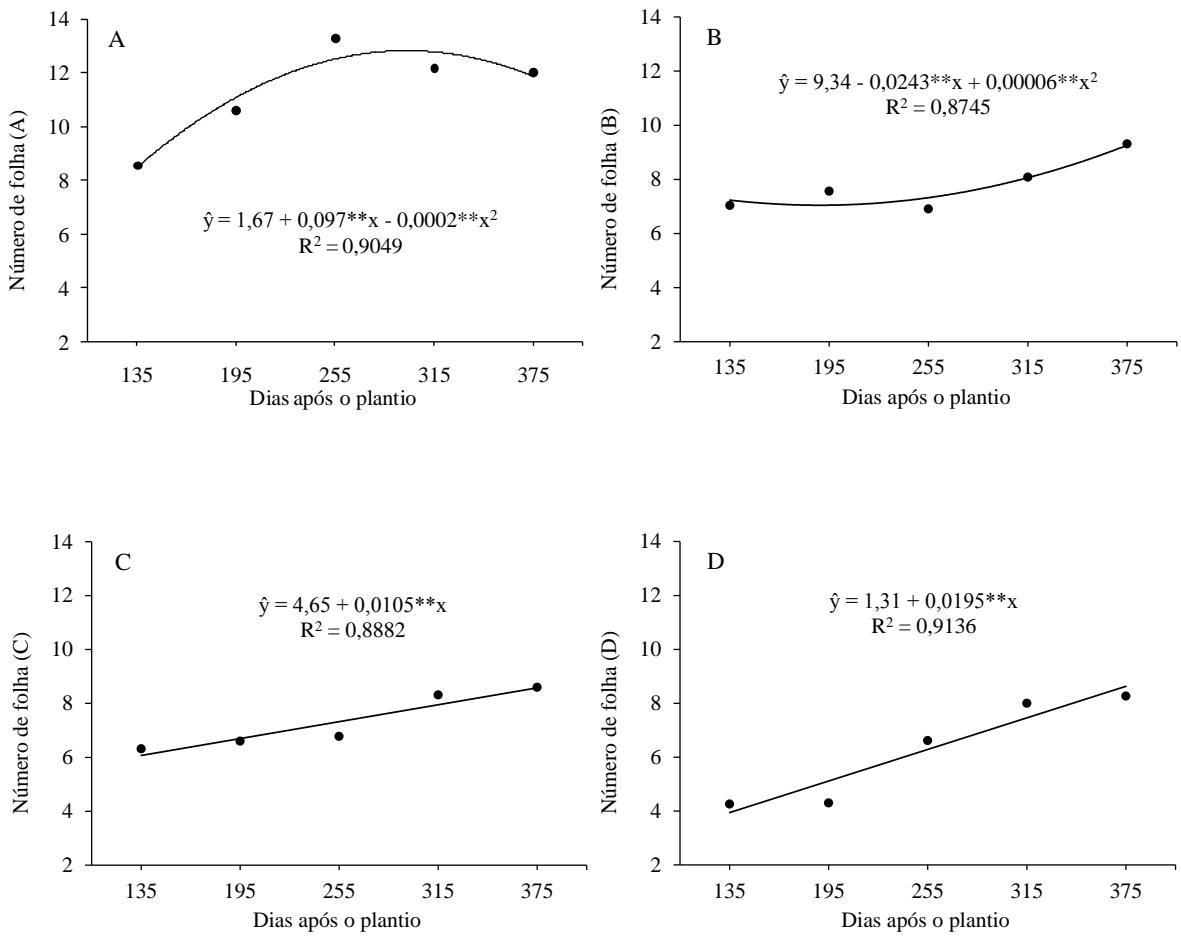
Após a limpeza, as plantas foram fracionadas em folhas, caule e raízes. As folhas foram separadas de acordo com os tipos A, B, C, D, E e F, segundo o critério estabelecido por

Malezieux & Bartholomew (2003). Nas plantas foram realizadas as mensurações: número e massa fresca de folhas do tipo A, B, C, D, E e F, massa fresca e seca total de folhas, comprimento, diâmetro, massa fresca e seca do caule; comprimento, massa fresca e seca da raiz e, massa fresca e seca total da planta. O diâmetro e comprimento do caule foram mensurados, após a retirada de todas as folhas, com auxílio de paquímetro. Para o comprimento da raiz foi considerado a de maior extensão. A massa seca foi realizada em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, até massa constante.

Os dados foram submetidos à análise de variância. Para avaliar o efeito da interação entre as adubações e dias após o plantio foi utilizada a técnica de superfície de resposta, realizando análise de regressão polinomial para o efeito principal, testando-se até nível quadrático. Considerou-se a significância de até 5% de probabilidade e coeficiente de determinação (R^2) acima de 60%, utilizando o software SAS 9.3 (2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas classificações do tipo de folha, verifica-se que houve ajuste do modelo de regressão quadrático para o número de folhas do tipo A e B, e ajuste do modelo de regressão linear para os tipos de folhas C e D, em relação aos dias após o plantio (Figura 2). Para o número de folha do tipo A, o ponto de máxima foi aos 242 dias após o plantio, registrando-se 13,0 folhas. Houve decréscimo para a folha do tipo B, com ponto de mínima aos 202 dias após o plantio, verificando-se sete folhas. Para as folhas do tipo C e D, houve aumento com os dias após o plantio, de 6 para 9 (135 e 375 D) e de 4 para 9 (135 e 375 D), respectivamente, com incremento de 29,29% para folha do tipo C e de 54,29% para a folha do tipo D.



**: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

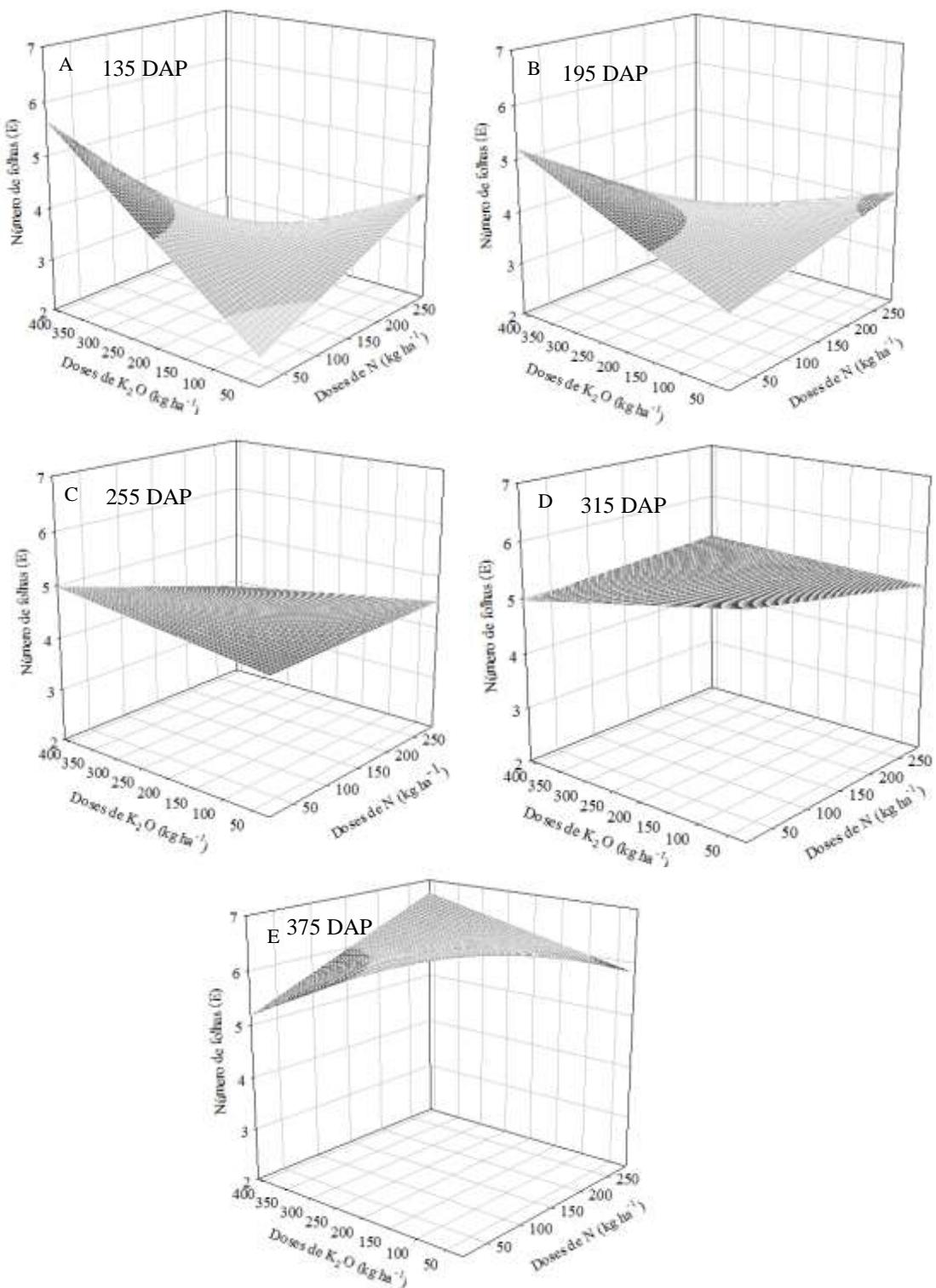
Figura 2: Número de folhas do tipo ‘A’; ‘B’; ‘C’ e ‘D’em plantas de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação aos dias após o plantio.

Segundo Oliveira *et al.* (2015) quando as plantas são mais desenvolvidas e, consequentemente, com maior número de folhas a tendência é produzir frutos maiores e mais pesados, entretanto depende das práticas culturais aplicadas. Rodrigues *et al.* (2010) relataram que além do manejo (adubação, tipo de muda e densidade do plantio), os fatores climáticos como temperatura, radiação solar e disponibilidade de água têm grande influência sobre a relação entre a massa da planta e a massa do fruto.

Houve interação entre dose de N e K₂O e dias após o plantio (DAP) para o número de folha do tipo E (Figura 3). Aos 135, 255 e 315 DAP, verificou-se incremento de 38,65; 19,64

e 1,42%, da menor para a maior dose de N em relação à menor dose de K₂O (21,6 kg ha⁻¹).

Entretanto, nestes mesmos períodos foram constatados diminuição do número de folhas do tipo E com o aumento das doses de potássio. Aos 315 e 375 DAP foram registrados incrementos de 4,69 e 23,17%, respectivamente, com o aumento das doses de N (21,6 para 285 kg ha⁻¹) em relação a 410,4 kg ha⁻¹ de K₂O.



$$\hat{y} = 0,85 + 0,014241N + 0,017058K + 0,006063^{**}D + 0,000031^{**}D^2 - 0,000095NK - 0,000054ND - 0,000061KD + 0,00000033^{***}NKD$$

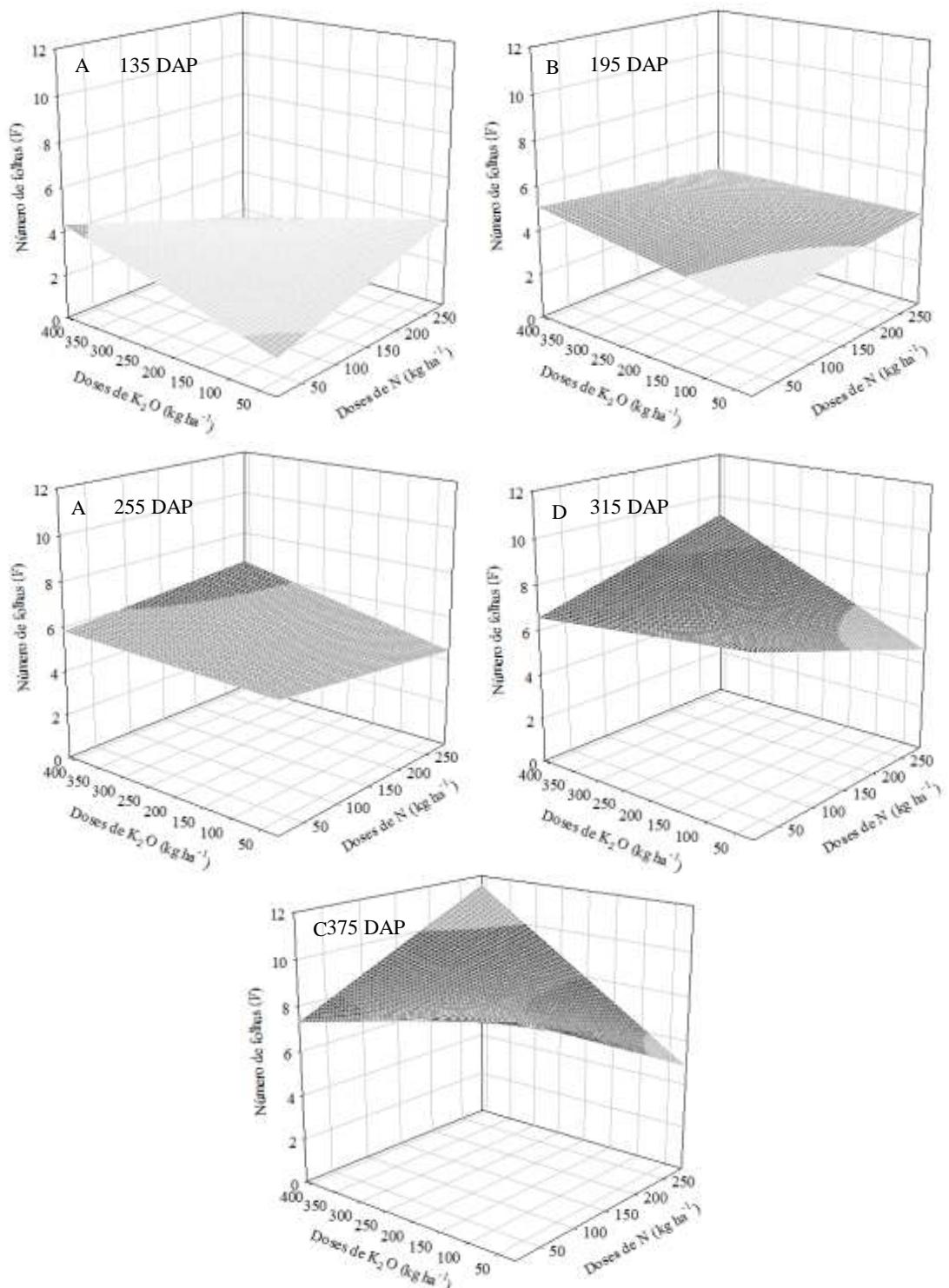
$$R^2 = 0,7632$$

**: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 3: Número de folhas do tipo ‘E’ de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio (N) e potássio (K) aos 135 – “A” –, 195 – “B” –, 255 – “C” –, 315 – “D” – e, 375 – “E” – dias após o plantio.

O aumento do número de folhas com aplicação de adubação nitrogenada na cv. Vitória, também foi verificado por Cardoso *et al.* (2013) utilizando como fonte de N ureia, obtiveram 9 folhas emitidas por planta para a dose de 20 g planta⁻¹ em relação a ausência de N, quando a fonte utilizada foi esterco bovino obtiveram no máximo 7,5 folhas com a dose de 11,4 g de N planta⁻¹. Omotoso & Akinrinde (2013) verificaram incremento de 26% no número de folhas por planta de abacaxizeiro na Nigéria, com a aplicação de 200 kg N ha⁻¹ em relação às plantas não adubadas.

Na Figura 4 são apresentados os valores referentes a interação entre as doses de N, K₂O e DAP para o número de folhas do tipo F. Aos 135 dias na menor dose de N (15 kg ha⁻¹) foram registrados valores de 1,61 e 4,31 na menor e maior dose de K₂O. Entretanto, ao aumentar a dose de nitrogênio (285 kg ha⁻¹) houve efeito negativo no número de folhas do tipo F, apresentando valores de 4,00 e 1,60 (22,6 e 410,4 kg ha⁻¹ de K₂O), sendo a mesma tendência observada neste trabalho, aos 255, 315 e 375 DAP. Houve resposta positiva no número de folhas do tipo F na maior dose de K₂O (410,4 kg ha⁻¹) com o aumento das doses de N, apresentando incremento de 11,75; 27,75 e 36,78%, respectivamente.



$$\hat{y} = -3,54 + 0,026669N + 0,015937K + 0,035877**D - 0,000125NK - 0,000122ND - 0,000061KD + 0,00000056**NKD$$

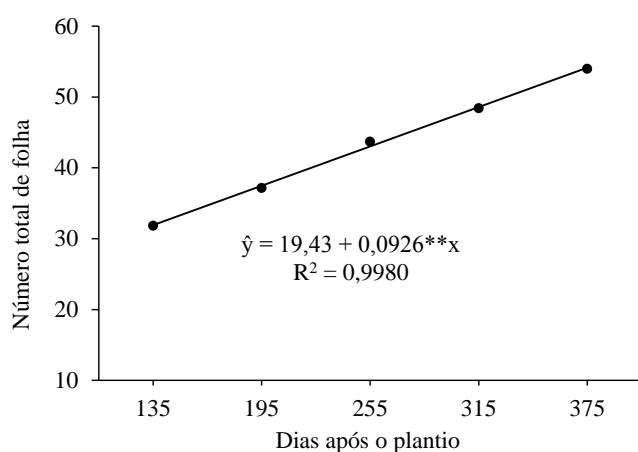
$R^2 = 0,9395$

**: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 4: Número de folhas do tipo ‘F’ de abacaxizeiro Imperial em relação às doses de nitrogênio (N) e potássio (K) aos 135 – “A” –, 195 – “B” –, 255 – “C” –, 315 – “D” – e, 375 – “E” – dias após o plantio.

No crescimento da cv. Imperial, Oliveira *et al.* (2015) verificaram influência positiva na emissão de novas folhas para a adubação nitrogenada, sendo relatado a emissão de 27 folhas no período de 4 a 10 meses após o plantio. Na dose máxima de 405 kg ha⁻¹ de N, o aumento do número de folhas foi mais acentuado entre 6 e 8 meses após o plantio, decrescendo posteriormente. A adubação potássica também influenciou na emissão de folhas, mas apenas na fase de maior maturidade da planta (8 a 10 meses após plantio).

O número total de folhas por planta aumentou de forma linear com o aumento na idade da planta, registrando-se 32; 37; 43; 49 e 54 folhas, aos 135, 195, 255, 315 e 375 DAP, respectivamente, com incremento de 41,04%, da primeira avaliação em relação à última (Figura 5), não ocorrendo efeito das adubações com N e K₂O. Razzaque & Hanafi (2001) não verificaram efeito da adubação potássica (0 a 1.330,0 kg ha⁻¹ de K₂O) para o número total de folhas na cv. Gandul, apresentando oscilação entre 50,8 e 57,6.



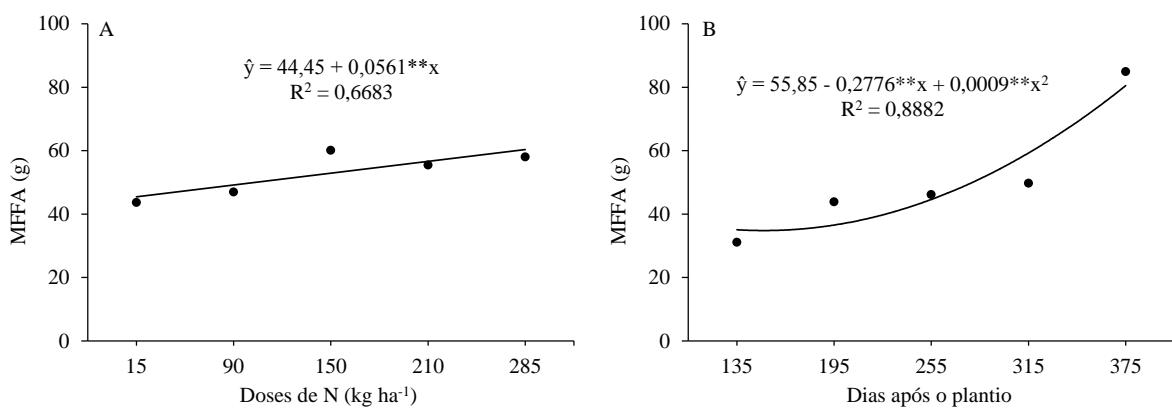
**: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

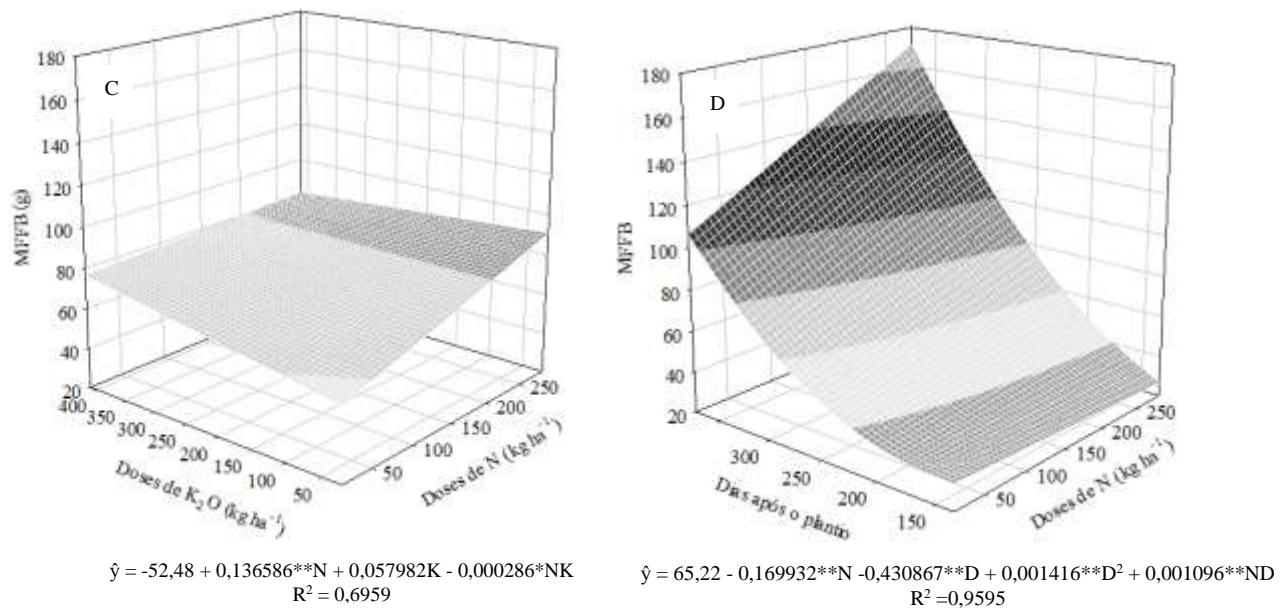
Figura 5: Número total de folhas de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação aos dias após o plantio.

Para Ramos (2006) a deficiência de N reduziu o número de folhas, apresentando 55 folhas totais no momento da indução floral (oito meses após o plantio) da cv. Imperial. No presente estudo, verificou-se aos 240 DAP o total de 42 folhas por planta, o que também pode denotar deficiência de nutrientes. Segundo Malezieux & Bartholomew (2003) o estado nutricional do abacaxizeiro tem uma larga influência no crescimento da planta e, consequentemente, na produção e na qualidade do fruto.

A elevação nas doses de N aumentou linearmente os valores da massa fresca das folhas do tipo A, com produção de 45,29 g na menor dose (15 kg ha^{-1} de N) e de 60,44 g na maior dose (285 kg ha^{-1} de N), o que representa incremento de 25,06% (Figura 6A). Aos 154 DAP foi registrado o menor valor de massa fresca da folha do tipo A (34,4 g) (Figura 6B).

O ponto de máxima para a massa fresca da folha do tipo B foi de 80,17 g, verificado com as doses de 202 e 477 kg ha^{-1} de N e K₂O, respectivamente (Figura 6C). Para DAP e doses de N foram registrados incrementos de 69,42 e 84,49% de 135 para 375 DAP, na menor e maior dose de N, respectivamente (Figura 6D).





** e *: significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Figura 6: Massa fresca da folha do tipo ‘A’ de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio (A) e aos dias após o plantio (B) e, massa fresca da folha do tipo ‘B’ em plantas de abacaxi em relação às doses de nitrogênio (N) e às doses de potássio (K) – “C” e, em relação aos dias (D) após o plantio e às doses de nitrogênio (N) – “D”.

Rodrigues *et al.* (2010) estudando o crescimento vegetativo em abacaxizeiro ‘Smooth Cayenne’ e ‘Pérola’ verificaram produção de massa fresca das folhas A, B, C e D de 137; 145; 172 e 1.323 g planta⁻¹ para a cv. Smooth Cayenne, aos 12 meses após o plantio, e para a cv. Pérola, valores de 154; 381; 906 e 1.214 g planta⁻¹, respectivamente. Segundo os autores até o oitavo mês o acúmulo foi baixo, com aumentos expressivos posteriormente. Estes resultados, entretanto, divergiram dos encontrados neste trabalho, que apresentou massa fresca da folha A de 60,44 g aos 285 DAP com a aplicação da maior dose de N.

Os demais tipos de folhas apresentaram valores de massa fresca abaixo dos reportados na literatura, demonstrando que mesmo tendo incremento na massa, a adubação, como um dos fatores que interfere, não foi suficiente para atender a demanda do cultivar Imperial. Por isso,

é imprescindível o acompanhamento do ciclo da cultura para diagnose de deficiência ou suficiência nutricional da planta, além disso, outros fatores podem ter influenciados como a precipitação irregular e mudas provenientes de cultura *in vitro*.

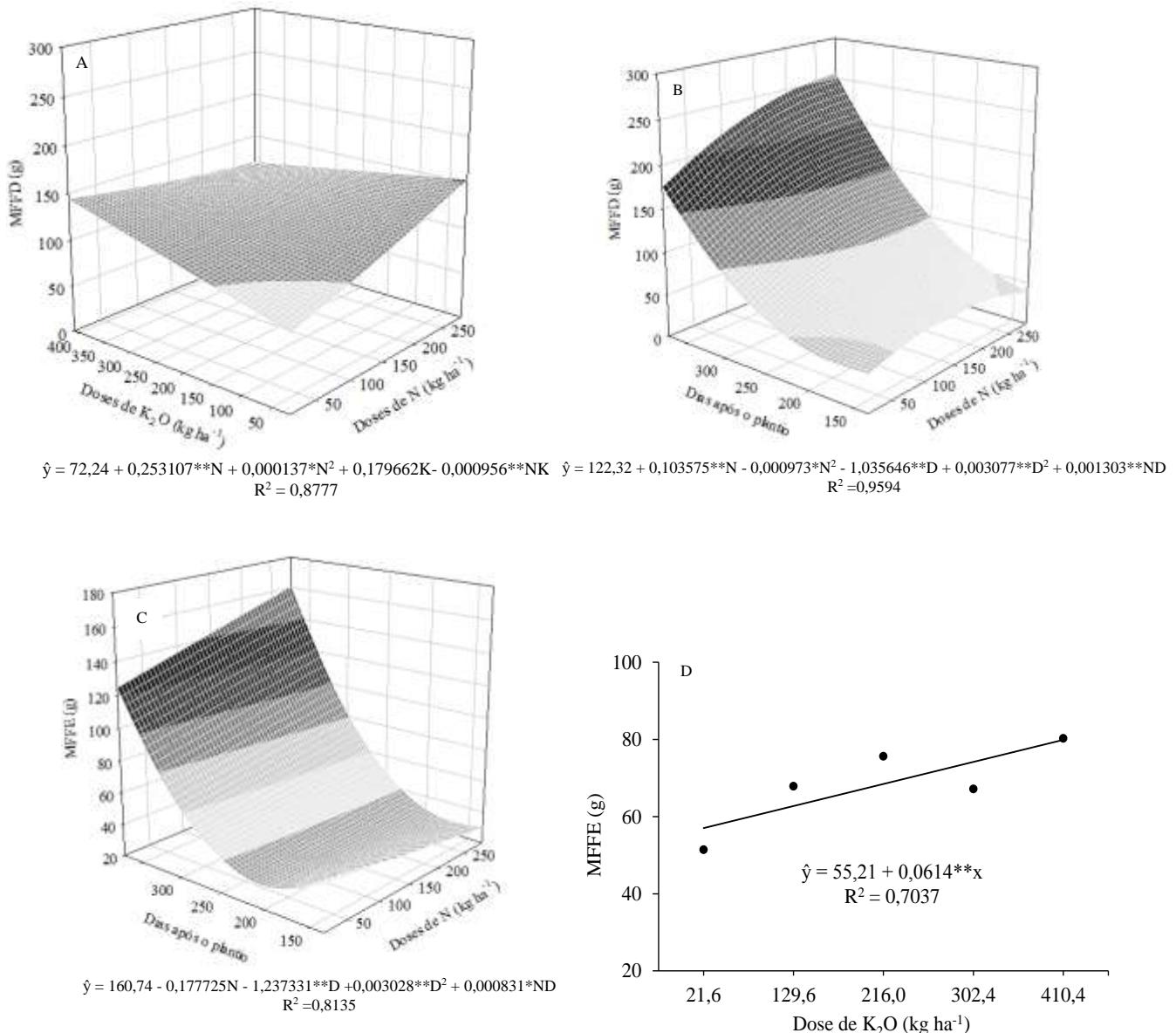
Em campo, visualmente foi grande a diferença entre os tratamentos que receberam as menores e maiores quantidades de adubos (N e K). Entretanto, mesmo com acréscimos na massa fresca dos diferentes tipos de folhas, verificou-se secamento do ápice e amarelecimento nas folhas mais velhas, manchas marrons na base das folhas mais velhas e a presença de manchas pretas e algumas partes com coágulos e aspecto amarelado e flácido, nas folhas mais desenvolvidas.

Segundo Ramos *et al.* (2009) quando as plantas estão com deficiência de N, é comum ocorrer nas folhas o amarelecimento progressivo, generalizado e secamento no ápice das folhas mais velhas (Tipo A e B). Na colheita, estes autores observaram frutos pequenos e com branqueamento na polpa e clorose nas folhas da coroa. A clorose das folhas é um dos principais indicativos da deficiência de nitrogênio e, quando a deficiência não é severa, as folhas mais jovens continuam verdes, enquanto, as mais velhas tornam-se amareladas, o que é indicativo da mobilidade do N (Raij, 2011).

A massa fresca da folha D foi influenciada pelas doses de K₂O e N, com incremento de 48,12% na maior dose de K₂O, em relação às doses de N (15 para 285 kg ha⁻¹) (Figura 7A). Aos 375 DAP, verificou-se na menor e maior dose de N, valores de 175,32 e 256,40 g, respectivamente, na massa fresca da folha D (Figura 7B).

A massa fresca da folha do tipo E foi influenciada de forma positiva pela idade da planta e pelas doses de N. Aos 375 dias obteve-se 124,56 e 160,70 g com as doses de 15 e 285 kg ha⁻¹ de N (Figura 7C). Para as doses de K₂O houve ajuste do modelo de regressão linear (Figura 7D), com valores de 56,54; 63,17; 68,47; 73,78 e 80,41 aplicando 21,6; 129,6; 216,0;

302,4 e 410,4 kg ha⁻¹, respectivamente, representando incremento de 29,69% da menor (21,6 kg ha⁻¹) para a maior dose de K₂O (410,4 kg ha⁻¹).



** e *: significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Figura 7: Massa fresca da folha do tipo ‘D’ de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio (N) e às doses de potássio (K) – “A” e, em relação aos dias (D) após o plantio e às doses de nitrogênio (N) – “B”; massa fresca da folha do tipo ‘E’ em relação aos dias após o plantio (D) e às doses de nitrogênio (N) – “C” e, em relação às doses de potássio – “D”

Silva *et al.* (2012) também registraram aumento da massa fresca da folha D com a aplicação de doses crescentes de N, aos 300 DAP verificaram valores de 30,8 e 41,7 g para as doses de 100 e 600 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, e aos 420 DAP registraram nestas mesmas doses massa fresca de 35,9 e 47,1 g, representando incremento de 24%, no presente estudo o incremento foi de 48,12%.

A massa fresca da folha D geralmente apresenta correlação com a massa do fruto, sendo o mínimo exigido para a comercialização massa igual ou superior a 900 g (Hortiescolha, 2016). Neste sentido, para obter a massa mínima exigida para comercialização da cv. Imperial é preciso que a folha D tenha, no momento da indução floral, uma massa mínima de 44 g, e para obter frutos com massa mínima de 1.200 e 1.800 g, a massa da folha D deverá ser de 62 e 99 g, respectivamente (Oliveira *et al.*, 2015). Vilela *et al.* (2015) recomenda fazer a indução floral na cv. Vitória, quando a massa da folha D estiver em torno de 70 g, objetivando massa fresca do fruto igual ou superior a 1,2 kg planta⁻¹.

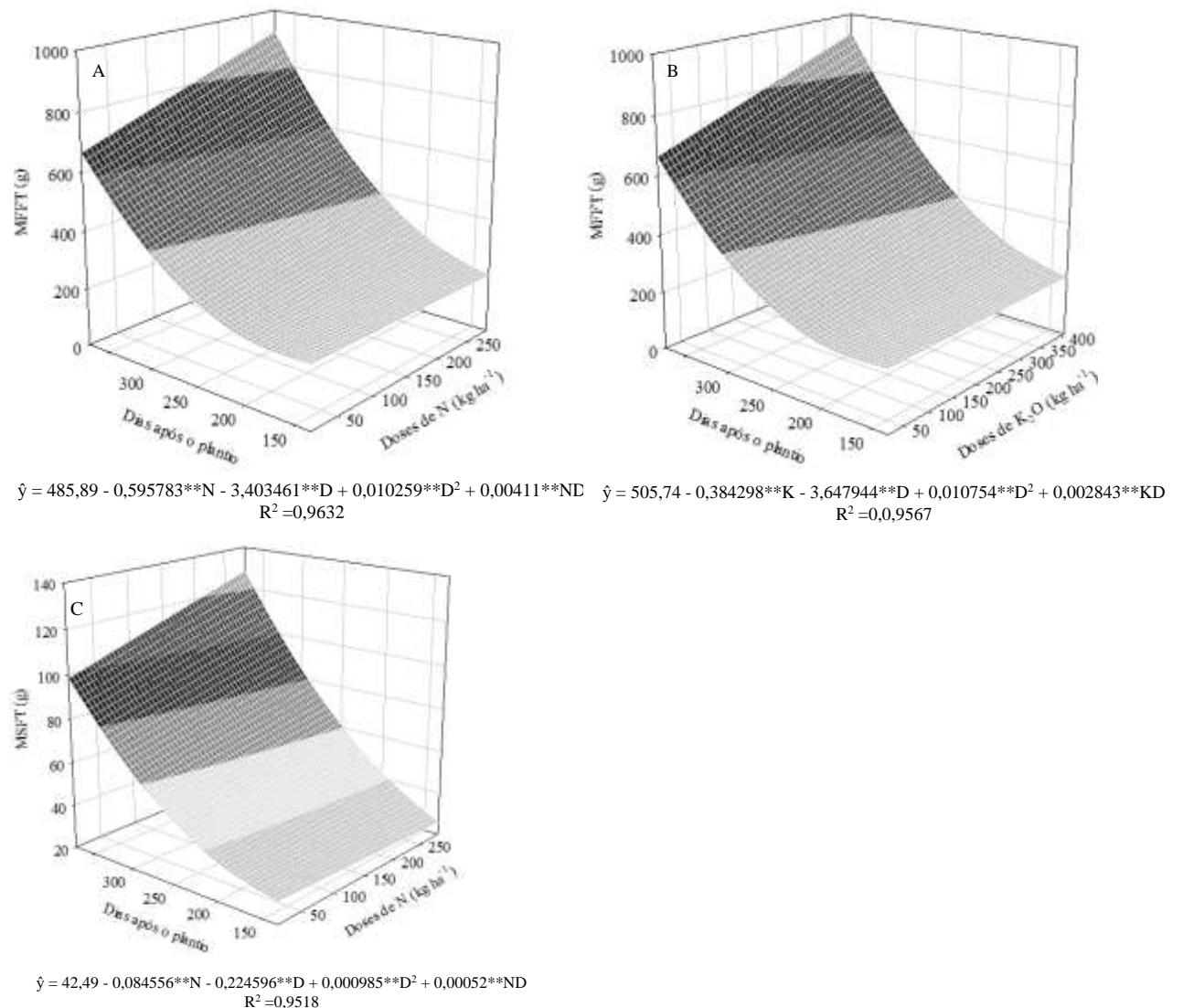
As doses de N e K₂O são essenciais para o crescimento vegetativo e produtividade do abacaxizeiro, entretanto, as recomendações de adubação devem considerar a produtividade esperada, cultivar, massa do fruto, sistema e densidade do plantio (Silva *et al.*, 2009). Neste sentido, Silva *et al.* (2012), verificaram que mesmo utilizando altas doses de N (600 Kg ha⁻¹) foi registrada baixa produtividade da cv. Vitória com massa média de infrutescência \leq 1,0 kg, que foi justificado pela época, número de aplicação e tipo de muda utilizado (meristemática).

O crescimento lento das mudas neste estudo ocorreu provavelmente em virtude da baixa capacidade de aproveitamento dos nutrientes aplicados e das precipitações irregulares. Desta forma o maior parcelamento na aplicação dos fertilizantes durante o ciclo vegetativo poderia ter favorecido a absorção de nutrientes e consequentemente, a produtividade.

Para a variável massa fresca foliar total, verifica-se que houve efeito isolado dos DAP em relação às doses de N e K₂O (Figura 8). Aos 375 DAP houve incremento de 27,69% da

menor para a maior dose de N (Figura 8A). No mesmo período de avaliação, comparando as doses de 22 e 410,0 kg ha⁻¹ de K₂O, o incremento foi de 28,51% (Figura 8B).

Aos 375 DAP, verificou-se que a massa seca foliar total foi de 98,44 e 128,26 g para as doses de 15 e 285 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, o que representa incremento de 23,25% (Figura 8C). Portanto, a elevação na dose de N favoreceu a taxa fotossintética e, consequentemente, aumentou a produção de massa seca.



**: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 8: Massa fresca foliar total de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação aos dias (D) após o plantio e às doses de nitrogênio (N) – “A” – e, em relação dos dias (D) após o plantio e às doses de potássio (K) – “B” e massa seca foliar total de abacaxi em relação aos dias (D) após o plantio e às doses de nitrogênio (N) – “C”.

Guarçoni & Ventura (2011) também registraram acréscimos no crescimento vegetativo, no desenvolvimento do fruto e na produtividade do abacaxi MD-2 com adubação com N e K. Na fase de pré-florescimento do abacaxizeiro, o crescimento vegetativo adequado apresenta influência direta sobre o tamanho e massa dos frutos (Caetano *et al.*, 2013).

De acordo com este trabalho e dados disponíveis na literatura, observa-se que os estudos sobre a quantidade de fertilizantes aplicados, limitam-se ao tipo de cultivar. Entretanto, deveria levar em consideração outros fatores, como produtividade esperada, nível tecnológico adotado do cultivo e destino da produção. A maioria das recomendações técnicas existentes são direcionadas as cultivares ‘Smooth Cayenne’ e ‘Pérola’, entretanto, apresentam porte da planta e massa do fruto maiores que a ‘Imperial’. Porém, por ausência de recomendações específicas, essas instruções estão sendo aplicadas à ‘Imperial’, demonstrando a necessidade de atualizações das recomendações conforme o surgimento de novas cultivares.

Após o florescimento do abacaxizeiro, a maioria dos fotossintatos produzidos é transferida para o desenvolvimento do fruto, sendo o acúmulo de massa seca total um dos fatores que determinam o rendimento do fruto (Hanafi & Halimah, 2004). Segundo Rodrigues *et al.* (2010) o acúmulo de massa seca foliar se intensificou a partir do oitavo mês após o plantio, sendo verificado aos 12 meses na cv. Pérola acúmulo de 30; 62; 120 e 171 g planta⁻¹ para as folhas A, B, C e D, respectivamente, e na cv. Smooth Cayenne o acúmulo foi de 22; 26; 61 e 140 g planta⁻¹ para as folhas A, B, C e D, respectivamente. Segundo Malezieux &

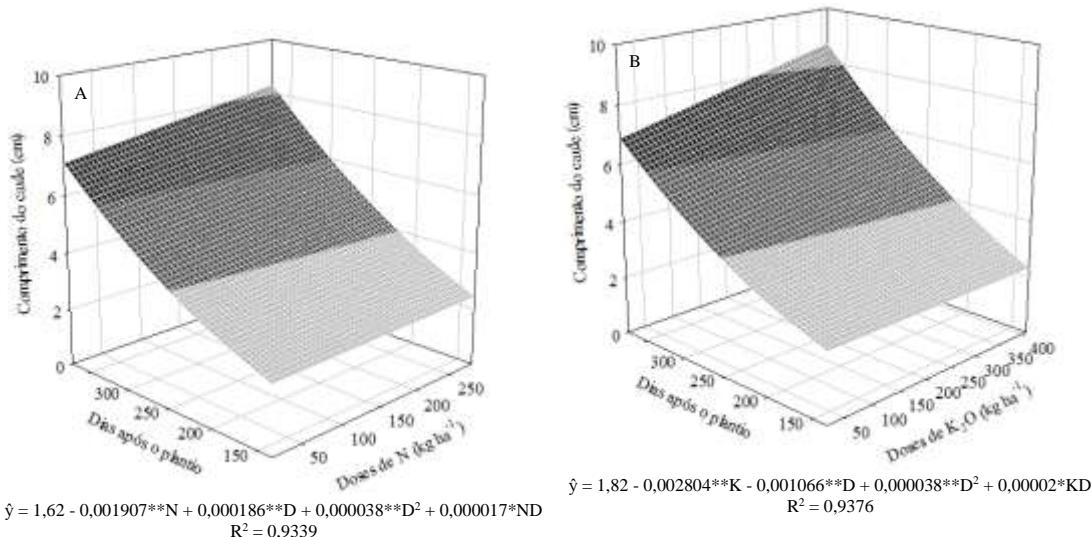
Bartholomew (2003) na ‘Smooth Cayenne’ aproximadamente 87% do total de acúmulo de massa seca é referente à massa seca foliar.

No presente trabalho, verificou-se valores inferiores aos da literatura, cuja massa seca foliar total foi de 128,26 g na maior dose de N e período de avaliação (375 DAP), demonstrando que as recomendações de adubação não foram suficientes para maximizar o crescimento da cv. Imperial. Por ser uma bromeliácea o abacaxizeiro atua como uma planta CAM, apresentando alta eficiência no uso da água (Reinhardt *et al.*, 2000). Porém, mesmo apresentando alta eficiência no uso da água, a irregularidade das precipitações, a textura do solo e o tipo de muda utilizado (proveniente de cultura *in vitro*) podem ter contribuído para os baixos resultados.

Segundo Sampaio *et al.* (2011) mudas provenientes de cultivo *in vitro* podem apresentar no primeiro ciclo de cultivo crescimento vegetativo lento e os resultados poderão ser melhores no ciclo seguinte conduzidos com mudas dos tipos filhote ou rebentões. Além disso, os resíduos da cultura anterior poderá estimular o crescimento do abacaxizeiro no próximo cultivo, proporcionando aumento da massa orgânica do solo com maior disponibilidade de N, P, K; da microbiota (bactérias, fungos e actinomicetos) e da atividade das enzimas do solo, consequentemente, promoveria maior rendimento de frutos, como observado por Liu *et al.* (2013).

O parcelamento das doses de adubos poderia aumentar a eficiência das adubações, entretanto, em mudas do tipo filhote, o parcelamento poderia ser em função da comercialização, com aplicação de N precoce para atender mercados que pagam melhor por frutos mais doces e, tardia de N para mercados que preferem frutos maiores. A aplicação poderia ser distribuída em cinco parcelas durante os primeiros 12 meses após o plantio (Teixeira *et al.*, 2002).

De acordo com a análise, verificou-se que para o comprimento do caule, houve interação de DAP com adubação nitrogenada e de DAP com adubação potássica (Figura 9). Observou-se, aumento do comprimento do caule à medida que se elevou a dose dos nutrientes. O incremento da adubação nitrogenada no comprimento do caule foi de 4,28% aos 135 DAP, com variação entre 2,34 e 2,44 cm, nas doses de 15 e 285 kg ha⁻¹, respectivamente, e de 14,53% aos 375 DAP, com comprimento de 7,10 e 8,30 cm, na menor e maior dose de N, respectivamente (Figura 9A). Com relação à adubação potássica o acréscimo foi de 21,01% aos 375 dias após o plantio, apresentando 6,87 e 8,69 cm, com aplicação de 22 e 410 kg ha⁻¹, respectivamente (Figura 9B).



** e *: significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Figura 9: Comprimento do caule de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação aos dias (DAP) após o plantio e às doses de nitrogênio (N) – “A” – e, em relação dos dias (DAP) após o plantio e às doses de potássio (K) – “B”.

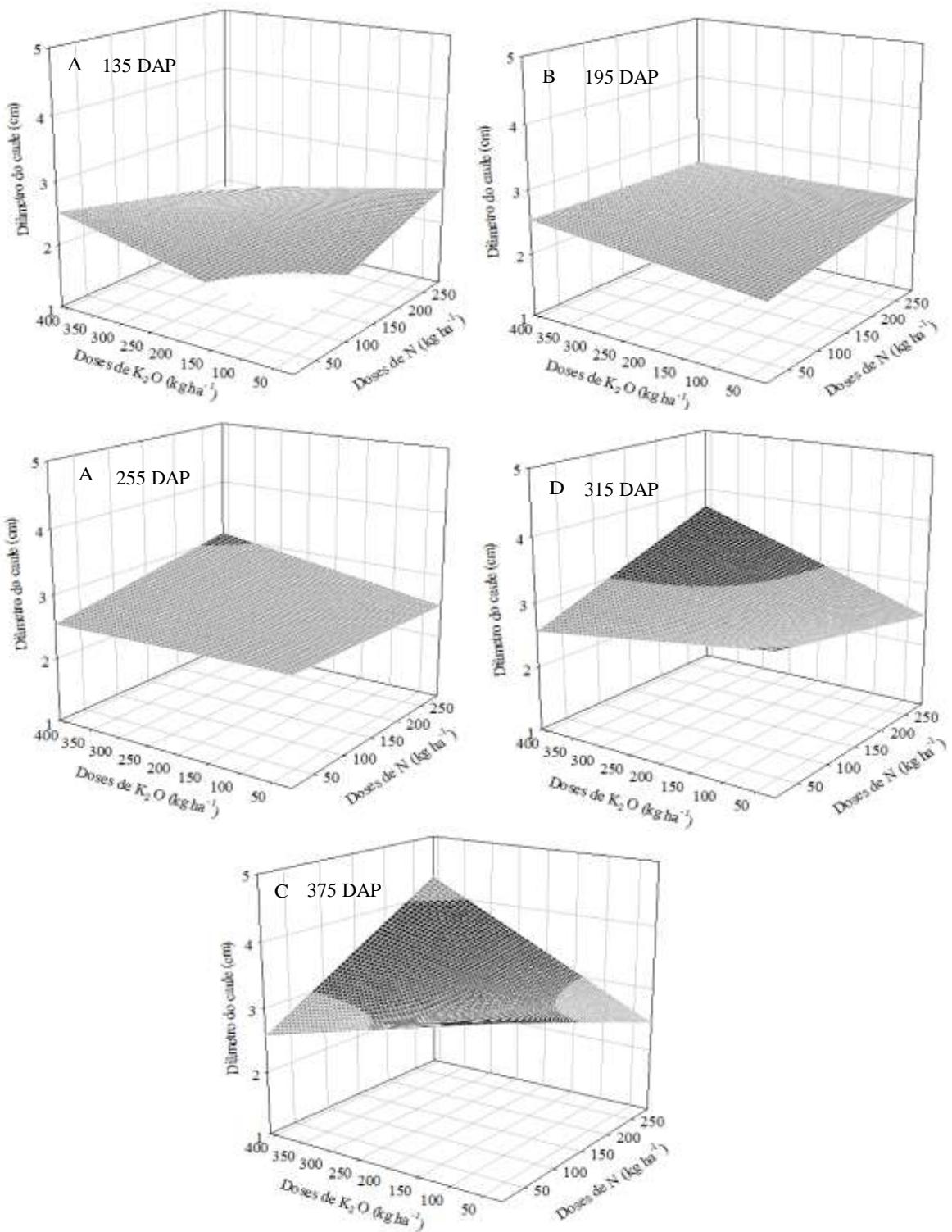
Este resultado indica que a exigência da planta aumenta com a idade, sendo necessário o adequado suprimento de nutrientes, neste caso as maiores doses de N e K₂O favoreceram o armazenamento de metabólitos da fotossíntese pelo caule. Segundo Malezieux &

Bartholomew (2003), quando as condições de crescimento são favoráveis, ocorre o crescimento das raízes logo após o plantio e o aparecimento de novas folhas, de caule e do meristema foliar, as plantas adultas apresentam caule com comprimento de 20 a 35 cm e diâmetro de 2,0 a 3,5 cm na parte basal, e entre 5,5 e 7,0 cm no topo, sendo superior ao encontrado para o abacaxizeiro ‘Imperial’.

Na cv. Pérola, Souza *et al.* (2007) relataram comprimento de caule de 26,17 cm aos 420 DAP em plantas sem restrição de água, nutrientes e luz. O reduzido comprimento do caule neste estudo pode ter sido influenciado pelas baixas doses aplicadas de N e K, que não foram suficientes para suprir as exigências nutricionais da ‘Imperial’, além disso, o tipo de muda utilizado (meristemática) pode ter influenciado.

O déficit hídrico afeta o crescimento vegetal, acarretando na redução do tamanho das plantas, de sua área foliar e da produtividade, entretanto, os valores de precipitação estão dentro do mínimo exigido para a cultura. O cultivo comercial de abacaxi exige demanda de água que varia de 1,3 a 5,0 mm dia⁻¹ a depender do estágio de desenvolvimento. Em geral, exige quantidade de água equivalente a uma precipitação mensal de 60 a 150 mm mês⁻¹, sendo a faixa ideal de precipitação anual de 1.000 e 1.500 mm (Reinhardt *et al.*, 2000).

O diâmetro do caule de plantas de abacaxizeiro cv. Imperial foi influenciado pela adubação com N e K₂O e dias após o plantio (135, 195, 255, 315 e 375 dias). Aos 135 dias, verificou-se acréscimo de 32,59% no diâmetro do caule, com o aumento de 15 para 285 kg ha⁻¹ de N, na menor dose de K₂O (21,6 kg ha⁻¹). Aos 195 dias o incremento foi de 14,32%, com o aumento de 15 para 285 kg ha⁻¹ de N, na menor dose de K₂O (21,6 kg ha⁻¹). Aos 255 DAP houve aumento positivo de 17,93% nas maiores concentrações de K₂O em relação à menor e maior concentração de N, apresentando diâmetros de 25,4 e 31,0 mm, respectivamente. A mesma tendência foi observada aos 315 e 375 dias após o plantio, com incrementos de 31,02 e 40,43%, respectivamente (Figura 10).



$$\hat{y} = 0,52 + 0,007868N + 0,005051K + 0,008309**D - 0,000037NK - 0,000033ND - 0,000021KD + 0,00000017*NKD$$

$R^2 = 0,7728$

** e *: significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

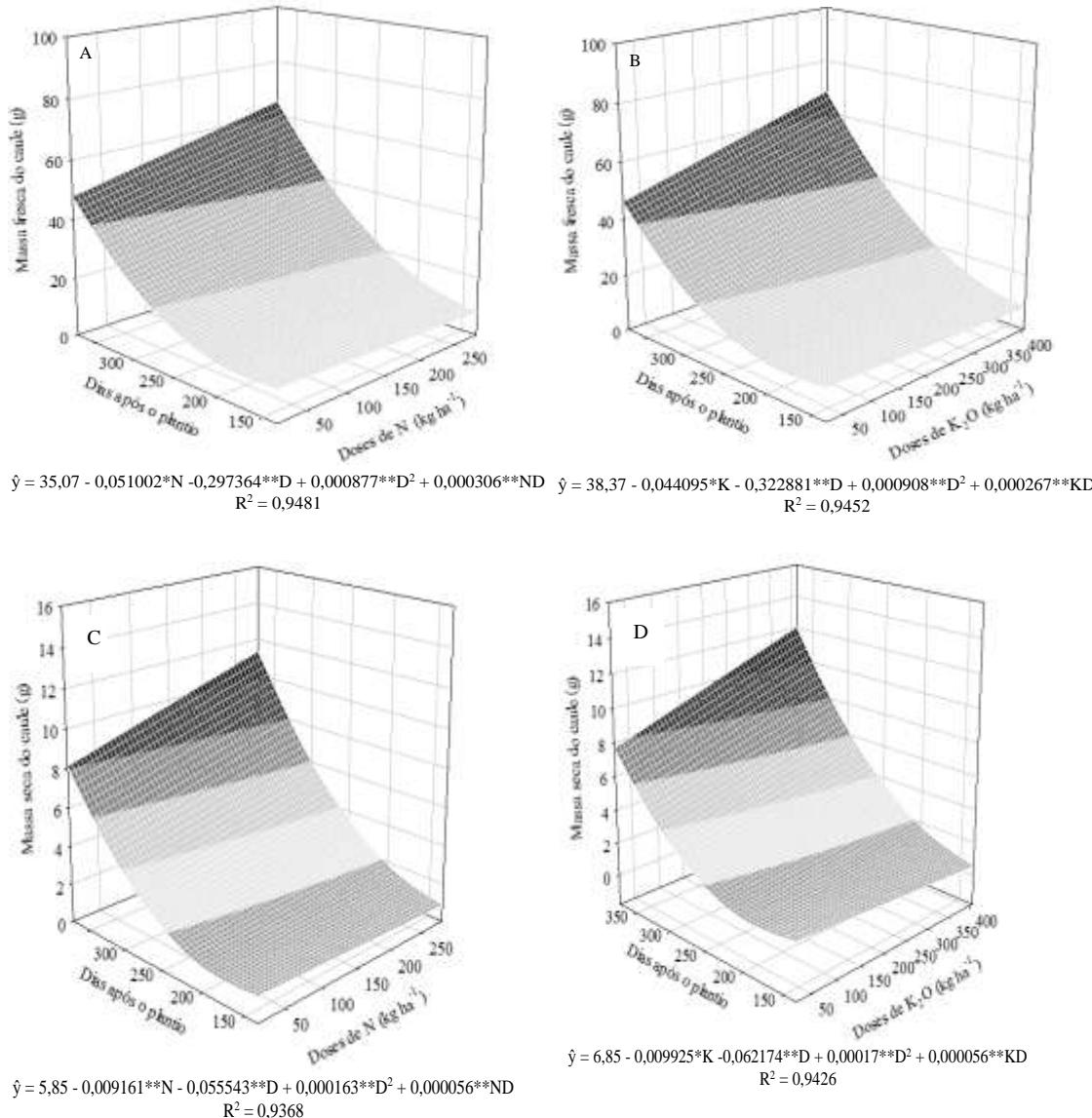
Figura 10: Diâmetro do caule de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio (N) e potássio (K) aos 135 – “A” –, 195 – “B” –, 255 – “C” –, 315 – “D” – e, 375 – “E” – dias após o plantio.

Mesmo com o incremento da adubação no diâmetro do caule, verifica-se que os valores estão abaixo dos encontrados por Cardoso *et al.* (2013) em abacaxizeiro cv. Vitória relataram diâmetros de 57,82 mm em plantas não adubadas e de 63,02 mm com 20 g planta⁻¹ de N na forma de ureia; quando utilizou esterco bovino verificou-se diâmetros de 53,94 e 57,94 mm com 0 e 20 g planta⁻¹ de N, respectivamente.

Sampaio *et al.* (2011) estudando o crescimento de variedades de abacaxi em mudas propagadas *in vitro*, nas condições ambientais da região de Bauru-SP, relataram diâmetro do caule de 65,25; 65,50; 67,25; 74,0 e 77,25 mm nas cvs. Imperial; Gomo de Mel; Jipi; Smooth Cayenne e Gold, respectivamente, aos 14 meses após o plantio. De acordo com esses autores o diâmetro do caule é utilizado por alguns produtores para definir a época adequada para a indução floral artificial.

A produção de massa fresca do caule foi influenciada pela interação de N com DAP e de K₂O com DAP (Figura 11). Para as doses de N, registrou-se aos 375 DAP, valores de 47,80 e 65,10 g, com 15 e 285 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, o que representa incremento de 26,46% (Figura 11A). No mesmo período de avaliação, foram observados valores de 46,19 e 67,97 g (22 e 410 kg ha⁻¹, respectivamente), para as doses de K₂O, representado aumento de 32,05% (Figura 11B).

A produção de massa seca do caule foi influenciada pela interação entre DAP e adubação nitrogenada e DAP e adubação potássica. Com a adubação nitrogenada verificou-se aumento de 28,24% de 15 para 285 kg ha⁻¹ de N (Figura 11C), e de 35,96% de 22 para 410 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 11D), aos 375 dias após o plantio.



** e *: significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Figura 11: Massa fresca do caule de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação aos dias (DAP) após o plantio e às doses de nitrogênio (N) – “A” – e, em relação dos dias (DAP) apóas o plantio e às doses de potássio (K) – “B” e massa seca do caule de plantas de abacaxi em relação aos dias apóas o plantio e às doses de nitrogênio (N) – “C” – e, em relação dos dias apóas o plantio e às doses de potássio (K) – “D”.

Apesar do incremento na massa fresca do caule do cv. Imperial, estes resultados são inferiores aos encontrados por Rodrigues *et al.* (2010) para as cvs. Pérola e Smooth Cayenne,

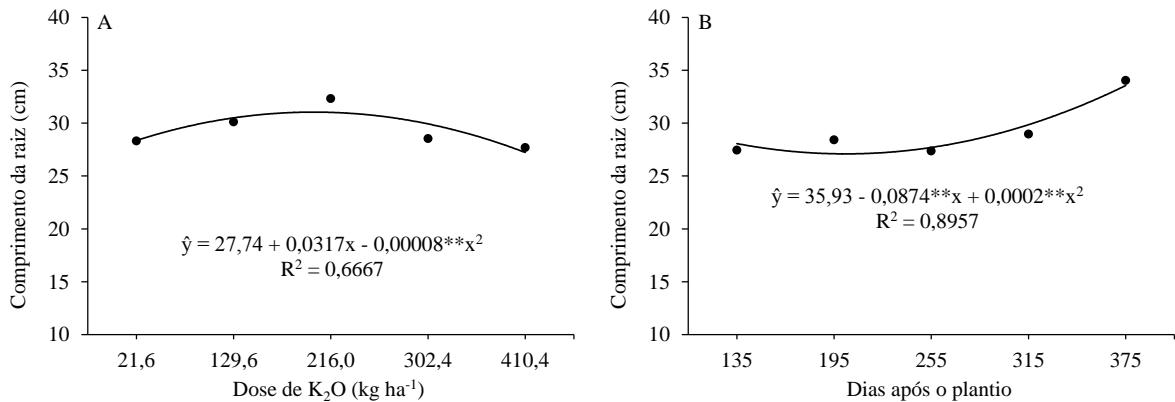
que relataram massa fresca do caule de 310 e 200 g, aos 12 meses após o plantio, respectivamente. De acordo com os mesmos autores, o baixo valor observado em S. Cayenne pode ter sido resultante do menor teor de K do solo ($26,0 \text{ mg dm}^{-3}$), uma vez que no presente estudo o teor de K do solo também foi inferior ($22,67 \text{ mg dm}^{-3}$), isso pode ter favorecido os baixos resultados.

O incremento da adubação na produção de massa seca indica a importância destes nutrientes para o crescimento vegetativo do abacaxizeiro. Para Hanafi & Halimah (2004) o rendimento e qualidade dos frutos de abacaxi dependem da quantidade do amido armazenado no caule, sendo a maior parte acumulado na fase de crescimento vegetativo. Silva *et al.* (2012) relataram que, para se manter altas taxas de crescimento vegetativo e obter produtividades satisfatórias, é imprescindível o suprimento adequado de N nos diferentes estádios fenológicos.

Estudando o crescimento vegetativo de abacaxizeiro, Rodrigues *et al.* (2010) verificaram massa seca do caule das cv. Pérola e Smooth Cayenne de 86 e 20 g por planta⁻¹, respectivamente, aos 12 meses após o plantio; onde os baixos valores encontrados para a cv. S. Cayenne foram atribuídos à limitação na fertilidade do solo da área experimental, o que provavelmente também tenha acontecido no presente estudo. Isso mostra que a cv. Imperial tem um nível de exigência maior do que as doses utilizadas e o solo naturalmente apresentava baixa fertilidade, como pode ser observado na análise de solo no momento do plantio: P – $21,42 \text{ mg dm}^{-3}$; K⁺ – $22,67 \text{ mg dm}^{-3}$; Na⁺ – 0,03; H⁺ + Al⁺³ – 3,38; Al⁺³ – 0,25; Ca⁺² – 0,40; Mg⁺² – 0,35; SB – 0,84; CTC – 4,22 (Todos em cmol_c dm⁻³); V – 19,91%; m – 22,94% e m.o - 10,70 g kg⁻¹.

As doses de K₂O se ajustaram ao modelo de regressão quadrática para o comprimento da raiz (Figura 12A) verificando-se ponto de máximo com aplicação de $198,12 \text{ kg ha}^{-1}$, apresentando comprimento da raiz de 30,88 cm. Os dias após o plantio também influenciaram

no comprimento da raiz, apresentando menor comprimento (26,28 cm) aos 218 dias após o plantio (Figura 12B).

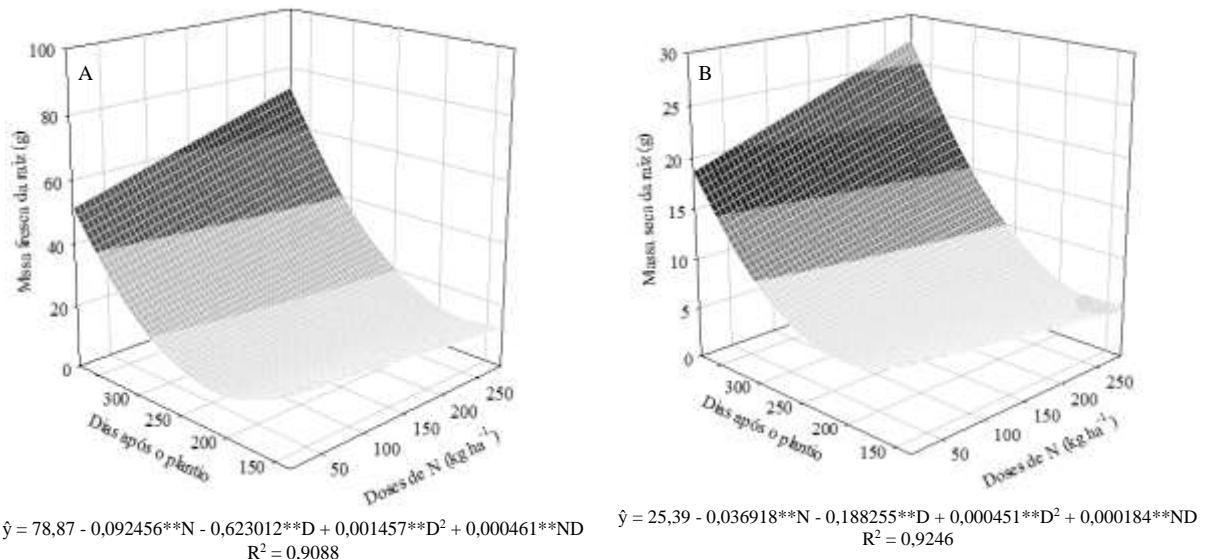


**: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 12: Comprimento da raiz de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de potássio (A) e em relação aos dias após o plantio (B).

Segundo Malezieux & Bartholomew (2003), sob condições ideais de cultivo, as raízes podem alcançar de 1 a 2 m lateralmente e 0,85 m de profundidade, sendo o preparo do solo fundamental para estimular o desenvolvimento e o aprofundamento do sistema radicular, que normalmente é frágil e superficial. Quando as condições não são favoráveis para a expansão do sistema radicular, pode ocorrer no início do plantio dificuldade na emissão de novas raízes e pegamento das mudas, e no decorrer do crescimento a planta pode ficar suscetível ao tombamento.

Na Figura 13 são apresentados os valores referentes à interação entre as doses de N e aos dias após o plantio para a massa fresca e seca da raiz. Observa-se incremento de 29,72%, aos 375 D, com a aplicação de 285 kg ha⁻¹ em relação a 15 kg ha⁻¹ de N. Para a massa seca da raiz, neste mesmo período, foi registrado aumento de 31,66%, que corresponde aos valores de 18,7 g (15 kg ha⁻¹ de N) e 27,4 g (285 kg ha⁻¹ de N).



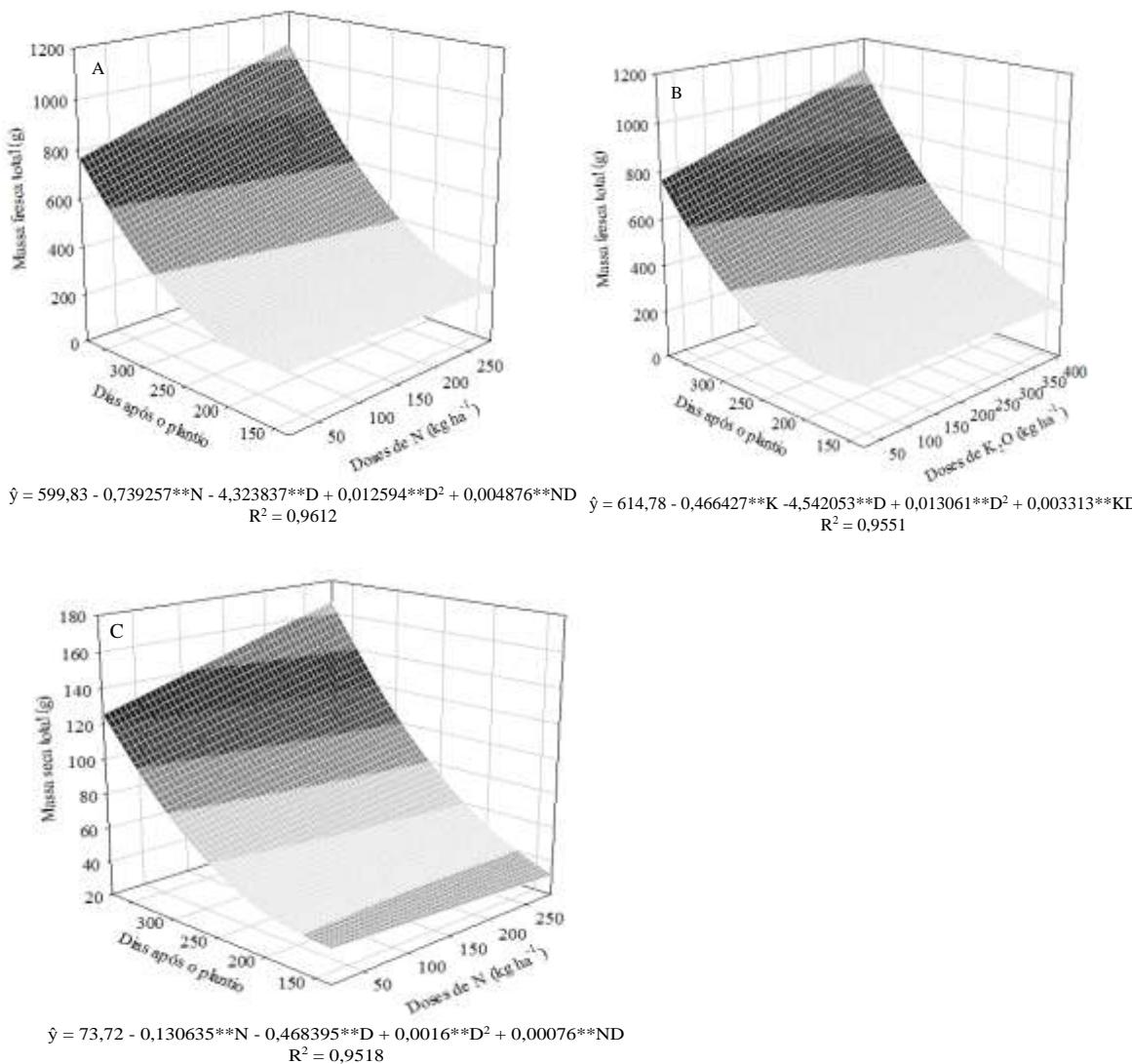
**: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 13: Massa fresca (A) e seca (B) da raiz de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação aos dias após o plantio e às doses de nitrogênio.

O estado nutricional do abacaxizeiro depende de vários fatores, como as características físicas e químicas do solo, disponibilidade de água, desenvolvimento do sistema radicular e dos fatores físicos e biológicos que influenciam na extração de nutrientes do solo, afetando o crescimento, a produção e a qualidade dos frutos (Malezieux & Bartholomew, 2003). O incremento adequado da massa fresca e seca da raiz com a aplicação de N permite que ocorra maior crescimento do sistema radicular que, consequentemente, ficará mais apto para exercer suas funções. O vigor da raiz reflete o desempenho de crescimento das plantas e da capacidade de absorção de nutrientes das raízes (LIU *et al.*, 2013). Rodrigues *et al.* (2010) relataram nas cvs. Pérola e Smooth Cayenne, aos 12 meses após o plantio, massa fresca da raiz de 263 e 255 g e massa seca de raiz de 80 e 68 g, respectivamente, sendo as condições favoráveis para o maior crescimento vegetativo, na colheita foram registrados frutos com massa média de 1,47 kg para a ‘Pérola’ e 1,65 kg para a ‘Smooth Cayenne’.

Os maiores valores obtidos para a massa fresca total da planta, aos 375 DAP, foram de 765,8 e 1.059,9 g, com 15 e 285 kg ha⁻¹ de N, respectivamente (Figura 14A), o que representa aumento de 27,75%. Com as doses de K₂O observam-se valores semelhantes, com 765 e 1.066,7 g para massa fresca total (22 e 410 kg ha⁻¹ de K₂O), respectivamente, correspondendo ao incremento de 28,28% (Figura 14B).

Para a massa seca total de planta do abacaxizeiro Imperial, verifica-se que houve interação entre os dias após o plantio e as doses de N, com incremento de 24,95% na maior dose de N, correspondendo aos valores de 125,4 g (15 kg ha⁻¹) e 167,1 g (285 kg ha⁻¹) aos 375 dias após o plantio (Figura 14C).



**: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Figura 14: Massa fresca total de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação aos dias após o plantio e às doses de nitrogênio (N) – “A” – e, em relação dos dias após o plantio e às doses de potássio (K) – “B” e massa seca total de plantas de abacaxi em relação aos dias após o plantio e às doses de nitrogênio - “C”.

Em condições favoráveis, após o plantio do abacaxizeiro ocorre aumento da atividade metabólica e consequentemente maior crescimento da planta, estabilizando logo após a fase de indução floral (Pegoraro *et al.*, 2014b). Souza *et al.* (2007) estudando o crescimento do abacaxizeiro cv. Pérola nas condições climáticas dos Tabuleiros Costeiros da Paraíba verificaram na fase de crescimento vegetativo valores máximos de 3.170,0 g para a massa fresca total, com média de 1.343,56 g, e após a indução floral encontraram valores máximos de 4.024,0 g, sendo as folhas as principais responsáveis pela maior massa do abacaxizeiro na primeira fase de cultivo, por estarem expostas a uma maior atividade fotossintética.

Com a deficiência de nitrogênio no período de pré-indução floral, Marques *et al.* (2011) verificaram na cv. Smooth Cayenne menores dimensões foliares, que resultaram em frutos com padrão inferior de comercialização. Neste sentido, a massa mínima do abacaxi para comercialização deve ser de 900 g e para os frutos dos tipos médio e graúdo, o mínimo exigido é 1.200 e 1.800 g, respectivamente (Hortiescolha, 2016). Entretanto, para a cv. Imperial não é comum à obtenção de frutos que se enquadram no tipo graúdo (Oliveira *et al.*, 2015).

O acúmulo de massa seca é um dos fatores que determinam o rendimento da cultura, uma vez que a maioria dos fotossintatos produzidos é transferida para a produção dos frutos, sendo este acúmulo de 45; 33,8; 16,1 e 5,1%, nas folhas, fruto, caule e raiz, respectivamente, no abacaxizeiro cv. Josapine (Hanafi & Halimah, 2004). Souza *et al.* (2007) verificaram na

fase de crescimento vegetativo do abacaxizeiro cv. Pérola, valores de massa seca total de 411 g, sendo o percentual de distribuição de 75,23; 9,72; 8,45; 4,81 e 2,27%, nas folhas, caule, frutos, filhotes e pedúnculo, respectivamente.

O acúmulo de massa seca está associado à habilidade das folhas em manter a capacidade fotossintética por um longo período de tempo e também aos altos valores do índice de área foliar, podendo ser superior a 7, sendo mais comum no abacaxizeiro valores entre 6 e 8 (Malezieux & Bartholomew, 2003)

Neste sentido, a área foliar é determinante na produtividade das plantas. No entanto, para que a fotossíntese seja realizada deve ocorrer à interceptação da energia luminosa pelo dossel e a sua conversão em energia química (Francisco *et al.*, 2014), porém, a deficiência de nitrogênio compromete a síntese de clorofila, comprometendo a utilização de luz solar pela planta (Ramos *et al.*, 2013). Teixeira *et al.* (2011) observaram aumento linear da área foliar e da massa seca total do abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne em função das doses de K₂O, resultados não observados neste estudo.

CONCLUSÕES

A aplicação de 285 e 410 Kg ha⁻¹de N e K₂O favorece o crescimento vegetativo na cv. Imperial, com produção de massa fresca total de 1.059,9 e 1.066,7 g, respectivamente e produção de massa seca total de 167,1 g, aos 375 dias após o plantio.

Mesmo ocorrendo incremento em todas as variáveis analisadas, as doses de N e K utilizadas neste estudo não foram suficientes para atender as demandas nutricionais e maximizar o crescimento da cv. Imperial.

REFERÊNCIAS

- AESA (2016) Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em:
<<http://www.aesa.pb.gov.br/>>. Acessado em: 15 de abril de 2016.
- Amorim AV, Lacerda CF, Moura CFH & Gomes Filho E (2011) Fruit size and quality of pineapples cv. Vitória in response to micronutrient doses and way of application and to soil covers. Revista Brasileira de Fruticultura, volume especial:505-510.
- Ayoade, JO (1996) Introdução à climatologia para os Trópicos. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 332p.
- Cabral JRS & Matos AP (2005) Imperial, Nova cultivar de abacaxi. Cruz da Almas, Embrapa-CNPMF. 4p. (Comunicado Técnico, 114).
- Caetano LCS, Ventura JA, Costa AFS & Guarçoni RC (2013) Efeito da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio no desenvolvimento, na produção e na qualidade de frutos do abacaxi ‘Vitória’. Revista Brasileira de Fruticultura, 35:883-890.
- Cardoso MM, Pegoraro RF, Maia VM, Kondo MK & Fernandes LA 2013 Crescimento do abacaxizeiro ‘Vitória’ irrigado sob diferentes densidades populacionais, fontes e doses de nitrogênio. Revista Brasileira de Fruticultura, 35:769-781.
- Epstein E & Bloom AJ (2006) Nutrição mineral de plantas: Princípios e perspectivas. 2^a ed. Londrina, Editora Planta. 401p.
- Feitosa HO, Amorim AV, Lacerda CF & Silva FB (2011) Crescimento e extração de micronutrientes em abacaxizeiro ‘Vitória’. Revista Brasileira de Fruticultura, volume especial:706-712.
- Fernandes MS (2006) Nutrição mineral de plantas. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. 432p.
- Francisco JP, Diotto AV, Folegatti MV, Silva LDB & Piedade SMS (2014) Estimativa da área foliar do abacaxizeiro cv. Vitória por meio de relações alométricas. Revista Brasileira de Fruticultura, 36:285-293.

Guarçoni A & Ventura JA 2011 Adubação N-P-K e o desenvolvimento, produtividade e qualidade dos frutos do abacaxi ‘Gold’ (MD-2). Revista Brasileira de Ciências do Solo, 35:1367-1376.

Hanafi MM & Halimah A (2004) Nutrient supply and dry-matter partitioning of pineapple cv. Josapine on sandy tin tailings. Fruits, 59:359-366.

HORTIESCOLHA (2016) Programa de apoio à tomada de decisão do serviço de alimentação. Disponível em: <<http://www.hortiescolha.com.br/biblioteca/tabela-de-equivalencia-e-valoracao/>>. Acessado em: 19 de setembro de 2016.

IBGE (2017) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acessado em 01 de janeiro de 2017.

Liu CH, Liu Y, Fan C & Kuang SZ (2013) The effects of composted pineapple residue return on soil properties and the growth and yield of pineapple. Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 13:433-444.

Malezieux E & Bartholomew DP (2003) Plant nutrition. In: Bartholomew DP, Paul RE & Rohrbach KG (Eds). The Pineapple: botany, production and uses. Honolulu, CAB, 2003. p.143-165.

Marques LS, Anfreotti M, Buzetti S & Isepon JS (2011) Produtividade e qualidade de abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne, cultivado com aplicação de doses e parcelamentos do nitrogênio, em Guaraçá - SP. Revista Brasileira de Fruticultura, 33:1004-1014.

Novais RF, Alvarez VH, Barros NF, Fontes RL, Cantarutti RB & Neves JCL (2007) Fertilidade do solo. Viçosa, Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. 1017p.

Oliveira AMGO, Natale, W, Rosa RCC & Junghans DT (2015) Adubação N-K no abacaxizeiro ‘BRS Imperial’ - I - Efeito no desenvolvimento e na floração da planta. Revista Brasileira Fruticultura, 37:755-763.

Oliveira ED, Carvalho RA, Lacerda JD, Choairy AS & Barreiro Neto M (2002). Abacaxi: sistema de cultivo para o tabuleiro paraibano. EMEPA. 38p.

Omotoso SO & Akinrinde EA (2013) Effect of nitrogen fertilizer on some growth, yield and fruit quality parameters in pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.) plant at Ado-Ekiti

Southwestern, Nigeria. International Research Journal of Agricultural Science and soil Science, 3:11-16.

Pegoraro RF, Souza BAM, Maia VM, Silva DF, Medeiros AC & Sampaio RA (2014a). Macronutrient uptake, accumulation and export by the irrigated 'Vitória' pineapple plant. Revista Brasileira de Ciências do Solo, 38:896-904.

Pegoraro RF, Souza BAM, Maia VM, Amaral U & Pereira MCT (2014b) Growth and production of irrigated Vitória pineapple grown in semi-arid conditions. Revista Brasileira de Fruticultura, 36:693-703.

Raij BV (2011) Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba, International Plant Nutrition Institute. 420p.

Ramos MJM (2006) Caracterização de sintomas de deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro cultivar 'Imperial'. Tese de Doutorado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campo dos Goytacazes. 95p.

Ramos MJM, Monnerat PH, Carvalho AJC, Pinto JLA & Silva JA (2009) Sintomas visuais de deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro 'Imperial'. Revista Brasileira de Fruticultura, 31:252-256.

Ramos MJM, Monnerat PH & Pinho LGR (2013) Leitura SPAD em abacaxizeiro Imperial cultivado em deficiência de macronutrientes e de boro. Revista Brasileira de Fruticultura, 35:277-281.

Razzaque AHM & Hanafi MM (2001) Effect of potassium on growth, yield and quality of pineapple in tropical peat. Fruits, 56:45-491.

Reinhardt DH, Souza LFS & Cabral JRS (2000) Abacaxi. Produção: aspectos técnicos. Cruz das Almas, Embrapa Mandioca e Fruticultura. 77p. (Série Frutas do Brasil, 7).

Rodrigues AA, Mendonça RMN, Silva AP, Silva SM & Pereira WE (2010) Desenvolvimento vegetativo de abacaxizeiros 'Pérola' e 'Smooth Cayenne' no estado da Paraíba. Revista Brasileira de Fruticultura, 32:126-134.

Sampaio AC, Fumis TF & Leonel S (2011) Crescimento vegetativo e características dos frutos de cinco cultivares de abacaxi na região de Bauru - SP. Revista Brasileira de Fruticultura, 33:816-822.

SAS Institute (2011) Statistical analysis system. version 9.3. Cary, Statistical Analysis System Institute.

Silva AP, Alvarez VH, Souza AP, Neves JCL, Novais RF & Dantas JP (2009) Sistema de recomendação de fertilizantes e corretivos para a cultura do abacaxi – FERTCALC-Abacaxi. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 33:1269-1280.

Silva ALP, Silva AP, Souza APS, Santos D, Silva SM & Silva VB (2012) Resposta do abacaxizeiro 'Vitória' a doses de nitrogênio em solos de tabuleiros costeiros da Paraíba. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 36:447-456.

Souza CB, Silva BB & Azevedo PV (2007) Crescimento e rendimento do abacaxizeiro nas condições climáticas dos Tabuleiros Costeiros do Estado da Paraíba. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 11:134-141.

Taiz L & Zeiger E (2013) Fisiologia vegetal. 5^a ed. Porto Alegre, Artmed 954p.

Teixeira LAJ, Quaggio JA, Cantarella H & Mellis EV (2011) Potassium fertilization for pineapple: effects on plant growth and fruit yield. Revista Brasileira de Fruticultura, 33:618-626.

Teixeira LAJ, Spironello A, Furlani PR & Sigrist JMM (2002) Parcelamento da adubação NPK em abacaxizeiro. Revista Brasileira de Fruticultura, 24:219-224.

Vilela GB, Pegoraro RF & Maia VM (2015) Predição de produção do abacaxizeiro 'Vitória' por meio de características fitotécnicas e nutricionais. Revista Ciência Agronômica, 46:724-732.

CAPÍTULO III

Qualidade de infrutescências de abacaxizeiro ‘Imperial’, em função da adubação nitrogenada e potássica

Será submetido à Revista Caatinga

ISSN: 1983-2125

Fator de Impacto: 0,106

QUALIDADE DE INFRUTESCÊNCIAS DE ABACAXIZEIRO ‘IMPERIAL’, EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA

RESUMO - Os aspectos de qualidade dos frutos de abacaxizeiro são influenciados pelo manejo nutricional. Assim, o trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e características físico-químicas dos frutos de abacaxizeiro cv. Imperial, submetidos à adubação com N e K. A pesquisa em campo foi realizada no município de Alhandra, Estado da Paraíba. O experimento foi instalado seguindo o delineamento experimental em blocos casualizados, com 10 tratamentos e três repetições. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial conforme a matriz *Plan Plueba III*, que consiste da combinação de cinco doses de N (15; 90; 150; 210 e 285 kg ha⁻¹) tendo como fonte ureia e cinco doses de K (21,6; 129,6; 216,0; 302,4 e 410,4 kg ha⁻¹) tendo como fonte KCl. As características mensuradas dos frutos foram a massa fresca; comprimento; diâmetro; firmeza; rendimento da polpa e da coroa; coloração da casca e da polpa; sólidos solúveis (SS); acidez titulável (AT); relação SS/AT e ácido ascórbico. A elevação das doses de K₂O aumentou linearmente a massa do fruto com coroa, produtividade, comprimento e diâmetro do fruto e o teor de sólidos solúveis, apresentando, na dose de 410,4 kg ha⁻¹ de K₂O, os valores médios de 632,34 g, 26,36 t ha⁻¹, 9,0 cm, 84,80 mm e 16,42%, respectivamente. O rendimento da coroa diminuiu com as crescentes doses de N e K₂O. As doses de N aumentaram o rendimento da polpa, o índice de coloração a* e b* da casca e SS/AT, apresentando, na dose de 285 kg ha⁻¹ de N, os valores de 44,50%, 9,64, 33,06 e 30,10, respectivamente. Para as variáveis b* da polpa, sólidos solúveis e ácido ascórbico, houve ajuste da regressão quadrática com a aplicação de N. As doses crescentes de N e K₂O promovem efeito positivo nas características físico-químicas dos frutos do abacaxizeiro ‘Imperial’. Entretanto, as doses utilizadas neste experimento não foram suficientes para obtenção do máximo potencial produtivo. A maior dose de K₂O (410,4 kg ha⁻¹) produziu frutos com a massa de 632,34 g e produtividade de 26,36 t ha⁻¹.

Palavras-chave: *Ananas comosus* L. var. *comosus*. Adubação mineral. Pós-colheita. Produtividade.

QUALITY OF 'IMPERIAL' ABACAXIZE INFRUTESCENCES IN THE FUNCTION OF NITROGEN AND POTASSIC FERTILIZATION

ABSTRACT - Quality aspects of pineapple fruits are influenced by nutritional management. Thus, the work had as objective to evaluate the productivity and physical-chemical characteristics of the fruits of pineapple cv. Imperial, submitted to fertilization with N and K. Field research was carried out in the municipality of Alhandra, State of Paraíba. The experiment was carried out in a randomized complete block design, with 10 treatments and three replications. The treatments were arranged in a factorial scheme according to the *Plan Plueba III* matrix, which consists of the combination of five doses of N (15, 90, 150, 210 and 285 kg ha⁻¹), having as source urea and five doses of K (21, 6, 129.6, 216.0, 302.4 and 410.4 kg ha⁻¹) having as source KCl. The measured characteristics of the fruits were fresh weight; length; diameter; Firmness; Yield of pulp and crown; Coloring of the shell and pulp; Soluble solids (SS); Titratable acidity (TA); SS/AT ratio and ascorbic acid. The K₂O elevation increased linearly the fruit weight with crown, productivity, fruit length and diameter and soluble solids content, presenting at the dose of 410.4 kg ha⁻¹ K₂O, the mean values of 632, 34 g, 26.36 t ha⁻¹, 9.0 cm, 84.80 mm and 16.42%, respectively. Crown yield decreased with increasing doses of N and K₂O. The N doses increased the yield of the pulp, the color index a* and b* of the bark and SS/AT, presenting at the dose of 285 kg ha⁻¹ of N, values of 44.50%, 9.64, 33.06 and 30.10, respectively. For the variables b* of the pulp, soluble solids and ascorbic acid, there was an adjustment of the quadratic regression with the application of N. Increasing doses of N and K₂O promote a positive effect on the physical-chemical characteristics of the fruits of the 'Imperial' pineapple. However, the doses used in this experiment were not enough to obtain the maximum productive potential. The highest dose of K₂O (410.4 kg ha⁻¹) produced fruits with a weight of 632.34 g and yield of 26.36 t ha⁻¹.

Keywords: *Ananas comosus* L. var. *comosus*. Mineral fertilization. Post-harvest. Productivity.

INTRODUÇÃO

O abacaxi é considerado um dos frutos tropicais mais apreciados mundialmente, principalmente por suas características de sabor, aroma e cor. Em nível mundial, a produção

de abacaxi concentra-se em cinco países (Costa Rica, Brasil, Filipinas, Tailândia e Indonésia), os quais respondem por mais de 50% da produção mundial. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de infrutescência de abacaxizeiro, com aproximadamente 1,6 milhão de infrutescência e rendimento médio de 25.874 kg ha⁻¹ (FAOSTAT, 2016). A região Nordeste é a principal produtora nacional da infrutescência (590 747 t), com destaque para o estado da Paraíba, com rendimento médio de 30.023 kg ha⁻¹ (IBGE, 2017).

No estado da Paraíba, o abacaxizeiro é a frutífera que apresenta maior expressão econômica (BRITO NETO et al., 2008). Apesar da representatividade do estado da Paraíba no cenário nacional, verifica-se que o cultivo do abacaxi nesta região enfrenta adversidades edafoclimáticas, principalmente em relação às irregularidades de precipitações, ocorrência de solos com baixa fertilidade e baixos níveis tecnológicos na cadeia produtiva. Nesta região, o cultivo de abacaxizeiro é realizado predominantemente por pequenos produtores, sendo de fundamental importância aumentar os níveis tecnológicos nas etapas da cadeia produtiva, criando alternativas para atingir mercados mais competitivos e diversificar o cultivo.

Dentre as cultivares difundidas nas regiões Norte e Nordeste, a cv. Pérola se destaca por ser cultivada em quase 100% das áreas comerciais (REINHARDT et al., 2002). Entretanto, apresenta suscetibilidade a fusariose que pode causar perdas estimadas de 30 a 40% dos frutos (VENTURA; CABRAL; MATOS, 2009). Neste sentido, novas cultivares foram lançadas, a exemplo da ‘Imperial’, que além de ser resistente a fusariose, apresenta qualidades importantes no fruto, como SS de 15,8%, relação SS/AT de 56,4, conteúdo em ácido ascórbico de 29,02 mg 100g⁻¹ (CABRAL; MATOS, 2005; CAETANO; VENTURA; BALBINO, 2015), que podem ser otimizadas com práticas de manejo adequadas, a exemplo da adubação mineral.

Dentre os nutrientes mais requeridos pelo abacaxizeiro, encontra-se o nitrogênio e o potássio. O nitrogênio faz parte de aminoácidos, amidas, proteínas, ácido nucléico e coenzimas (RAIJ, 2011; TAIZ; ZEIGER, 2013). O potássio é considerado o nutriente que mais influência na qualidade de infrutescência de abacaxizeiro, apresenta funções no metabolismo da planta, atuando como ativador de várias enzimas durante a fotossíntese, respiração, na abertura de estômatos e manutenção da turgidez celular (RAMOS et al., 2010; GUARÇONI; VENTURA, 2011; TAIZ; ZEIGER, 2013).

O suprimento inadequado de determinado nutriente, quase sempre resulta em distúrbios nutricionais. Segundo Marschner (2012) uma das funções do potássio é a manutenção da turgescência das células, com a deficiência de K a polpa tende a reduzir a firmeza e neutralizar ácidos orgânicos na planta. Gonçalves e Carvalho (2000) verificaram em frutos de

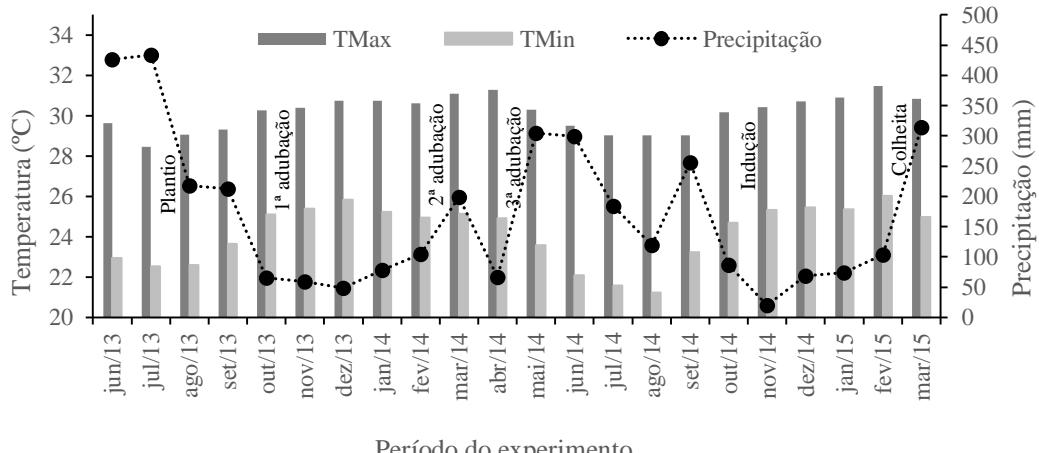
abacaxi com deficiência de potássio, maturação incompleta e tardia, ficando com a sua parte superior imatura.

Com a deficiência de N na cv. Imperial, Ramos et al. (2009, 2010) verificaram aumento excessivo do pedúnculo facilitando o tombamento do fruto e, na colheita, frutos pequenos, clorose nas folhas da coroa, redução da aceitação sensorial, frutos com elevada acidez, sem aroma e com sabor atípico. Oliveira et al. (2015b) relataram que doses crescentes de nitrogênio em abacaxizeiro cv. Imperial promoveram aparecimento de coroas múltiplas. Segundo Malezieux e Bartholomew (2003), altas concentrações de N podem elevar o número de coroas múltiplas, aumentar a translucência da polpa do abacaxi.

Considerando o exposto, a adequação de práticas agrícolas, como o manejo nutricional, demonstra ser fundamental para assegurar a qualidade das infrutescências e contribuir para a geração de renda e na melhoria da qualidade de vida dos produtores e familiares. Diante da carência de estudos voltados para a cv. Imperial, o trabalho teve como objetivo avaliar a produtividade e características físico-químicas dos frutos de abacaxizeiro cv. Imperial, submetidos à adubação com N e K.

MATERIAL E MÉTODOS

A fase experimental de campo foi realizada no município de Alhandra, Estado da Paraíba. O clima predominante na região é As', quente e úmido, segundo a classificação de Köppen, com maiores intensidades de chuva nas estações outono/inverno (AYOADE, 1996), com chuvas de outono-inverno, temperatura média anual variando de 22 a 26 °C e precipitação média anual de 1.677 e 1.787 mm, em 2013 e 2014, respectivamente (AESÁ, 2016), podendo ser verificada na Figura 1.



Fonte: Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba - AESA.

Figura 1. Temperatura mínima, máxima e precipitação em Alhandra-PB, durante o período experimental, evidenciando as principais épocas de manejo nutricional das plantas.

O solo da área experimental é classificado como Neossolo quartzarênicos e apresenta as seguintes características químicas: pH em água (1:2,5) – 5,28; P – 21,42 mg dm⁻³; K⁺ – 22,67 mg dm⁻³; Na⁺ – 0,03; H⁺ + Al⁺³ – 3,38; Al⁺³ – 0,25; Ca⁺² – 0,40; Mg⁺² – 0,35; SB – 0,84; CTC – 4,22 (Todos em cmolc dm⁻³); V – 19,91%; m – 22,94% e m.o -10,70 g kg⁻¹. A análise granulométrica apresentou 905, 48 e 47 g kg⁻¹, de areia, silte e argila, respectivamente, situando-se na classe textural areia (EMBRAPA, 2013).

Em julho de 2013 foi efetuado o plantio das mudas de abacaxizeiro cultivar Imperial, provenientes de cultivo *in vitro*, em condições de sequeiro, no sistema de fileiras simples, com espaçamento de 0,80 x 0,30 m. O experimento foi instalado seguindo um delineamento experimental em blocos casualizados, com 10 tratamentos e três repetições. Estes foram dispostos em esquema fatorial conforme a matriz *Plan Plueba III*, onde verificou-se qual a maior dose do nutriente recomendada nos boletins técnicos dos estados do Nordeste, para abacaxizeiro. Sobre esta foi acrescido 20% na maior dose de recomendação, sendo calculada a dose média do nutriente. Esta foi então aplicada na matriz, obtendo as doses de N e K utilizadas no estudo. Portanto, para o ensaio utilizou-se cinco doses de N (15; 90; 150; 210 e 285 kg ha⁻¹), tendo como fonte ureia; cinco doses de K (21,6; 129,6; 216,0; 302,4 e 410,4 kg ha⁻¹) tendo como fonte KCl e dias após o plantio (135, 195, 255, 315 e 375 DAP)..

Para o controle de plantas daninhas, fez-se capina manual, a cada dois meses, até o décimo sexto mês após o plantio e, o controle de cochonilha (*Dysmicoccus brevipes*), através da aplicação do inseticida Evidence®, 30 g 100 L⁻¹ de água. A indução floral foi realizada aos 14 meses após o plantio, mediante a aplicação de 50 mL planta⁻¹ da solução de etefon (ácido 2-cloroetilfosfônico), adicionando-se 2% de ureia, na roseta central. Após quatro meses, de cada parcela útil, foram colhidos 10 frutos aleatoriamente, quando todas as infrutescências já haviam atingido a maturidade fisiológica, apresentando acima de 80% da coloração amarelada. Os mesmos foram levados para o Laboratório de Fruticultura Alcioneaurea Queiroz da Silva, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), onde foram avaliados quanto às características físico-químicas.

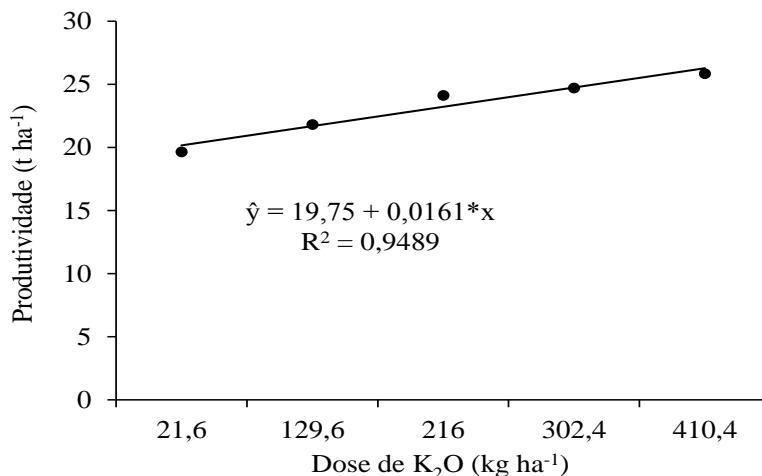
Em seguida, os frutos foram avaliados, quanto às características de qualidade: massa fresca (g); comprimento (cm); diâmetro (mm) com o auxílio de um paquímetro digital; firmeza determinada individualmente em dois pontos distintos da região mediana dos frutos íntegros, com penetrômetro Magness Taylor Pressure Tester (Drill Press Stand, Canada); rendimento da polpa, avaliado através das pesagens das cascas; rendimento da coroa; e coloração da casca e da polpa, através de colorímetro digital portátil Minolta, expressa nos parâmetros: L*; a* e b*. A produtividade foi calculada seguindo a fórmula proposta por Marques et al. (2011).

Os sólidos solúveis (%) foram determinados com refratômetro digital (Kruss-optronic, Hamburgo, Alemanha), segundo a AOAC (2005); Acidez titulável (% ácido cítrico), determinada por titulação do suco com solução de NaOH a 0,1M (IAL, 2005); Relação SS/AT, relação entre os teores de sólidos solúveis e de acidez titulável e Ácido ascórbico (100 mg/1g de polpa), doseado por titulometria com solução de 2,6 diclo-fenol-indofenol a 0,02% (AOAC, 2005), em três repetições.

Os dados foram submetidos à análise de variância. Para avaliar o efeito da interação das doses de N e K foi utilizada a técnica de superfície de resposta, realizando análise de regressão polinomial para o efeito principal, testando-se até nível quadrático. Considerou-se a significância de até 5% de probabilidade e coeficiente de determinação (R^2) acima de 60%, utilizando o software SAS 9.3 (2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação significativa entre as doses de N e K₂O ($p<0,05$) para todas as variáveis analisadas, o que também foi reportado por Oliveira et al. (2015c) estudando adubação mineral na cv. Imperial, em condições de sequeiro. O efeito positivo das doses de potássio pode ser verificado com a produtividade do abacaxizeiro cv. Imperial, de modo que as crescentes doses aumentaram linearmente a produtividade dos frutos, registrando-se valores de 20,10; 21,84; 23,23; 24,62 e 26,36 t ha⁻¹, com as doses de 21,6; 129,6; 216,0; 302,4 e 410,4 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente, representando incremento de 23,75% na produtividade da menor para a maior dose de K₂O (Figura 2).



*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Figura 2. Produtividade de abacaxizeiros ‘Imperial’ em relação às doses de potássio.

Conforme relatado por Malavolta (1982), o potássio fornecido pelo fertilizante pode ocupar os sítios disponíveis para a troca de cátions quando o solo apresenta baixa saturação em cálcio e magnésio, com isso, permite rápida absorção pela planta, o que provavelmente pode ter acontecido no presente estudo, onde se verificaram valores de Ca⁺² e Mg⁺² de 0,40 e 0,35 cmol_c dm³, respectivamente, no momento da implantação da cultura. Além disso, segundo Malezieux e Bartholomew (2003) o teor adequado de K no solo antes do plantio é de 150 mg dm³, bastante superior ao teor revelado pela análise do solo do presente estudo antes da instalação do experimento (22,67 mg dm³). Com isso, os baixos valores de K₂O no solo, a aplicação de doses insuficientes para suprimir a demanda do abacaxizeiro ‘Imperial’ e a irregularidade da precipitação, podem ter contribuído para a baixa produtividade. Na ausência de estresse abiótico o abacaxizeiro pode alcançar elevadas produtividades. Apesar de ser uma planta CAM, em condições ambientais favoráveis pode exercer metabolismo de planta C3. Quando o abacaxizeiro passa por estresse ambiental, como hídrico, escassez de nutrientes tende a acumular menor quantidade de matéria seca (147 g planta⁻¹). Na ausência de estresses, a planta funciona com metabolismo C3, podendo produzir até 306 g planta⁻¹ de matéria seca (Melo et al., 2006).

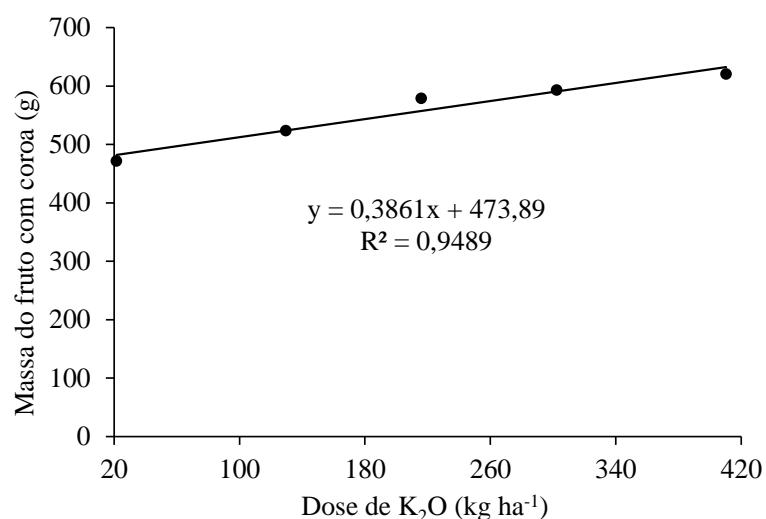
Para o abacaxi Gold, a expressão de máxima capacidade produtiva dos abacaxizeiros, segundo Guarçoni e Ventura (2011) são obtidas com doses de N e K₂O muito próximas, com a aplicação de 650,6 e 735,9 kg ha⁻¹, que corresponde a 12,7 e 14,4 g planta⁻¹ de N e K₂O, respectivamente, com máximas produtividades (65,4 t ha⁻¹) e massa do fruto com coroa (1.277 g). Segundo Spironello et al. (2004) a aplicação de potássio influenciou na produção e

rendimento do fruto, mas o efeito do N foi mais pronunciado nestas variáveis, com 498 kg ha⁻¹ de N e 394 kg ha⁻¹ de K₂O com produtividade de 72 t ha⁻¹ de massa fresca do fruto na ‘Smooth Cayenne’.

Foyer, Noctor e Hodges (2011) relataram que o N é um fator limitante ao crescimento da planta e a produtividade da cultura é altamente dependente de altas taxas de N, entretanto, no presente estudo não houve efeito do N na produtividade da cv. Imperial. Assim, as doses planejadas podem não ter sido suficientes e a precipitação foi irregular durante o ciclo da cultura. Entretanto, Oliveira et al. (2015c) relataram na cv. Imperial produtividade estimada de 42 t ha⁻¹ e massa dos frutos com e sem coroa de 1086 g e 967 g, respectivamente, nas doses máximas físicas de 365 e 374 kg ha⁻¹ de N.

Segundo Sampaio, Fumis e Leonel (2011) mudas provenientes de cultivo *in vitro* podem apresentar no primeiro ciclo de cultivo crescimento vegetativo lento e os resultados poderão ser melhores no ciclo seguinte conduzidos com mudas dos tipos filhote ou rebentões. No entanto, os resultados demonstram que o abacaxizeiro mesmo sendo proveniente de cultivo *in vitro* é responsivo a adubação, neste sentido, a aplicação de maiores concentrações com fatores climáticos favoráveis, poderiam ter proporcionado maior produtividade.

No que se refere a massa do fruto com coroa do abacaxizeiro cv. Imperial, verifica-se efeito positivo das doses de potássio, sendo registrados valores de 482,23; 523,93; 557,30; 590,64 e 632,34 g, em decorrência da aplicação de doses de 21,6; 129,6; 216,0; 302,4 e 410,4 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente, representando incremento de 23,74% da menor para a maior dose de K₂O (Figura 3).



*significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

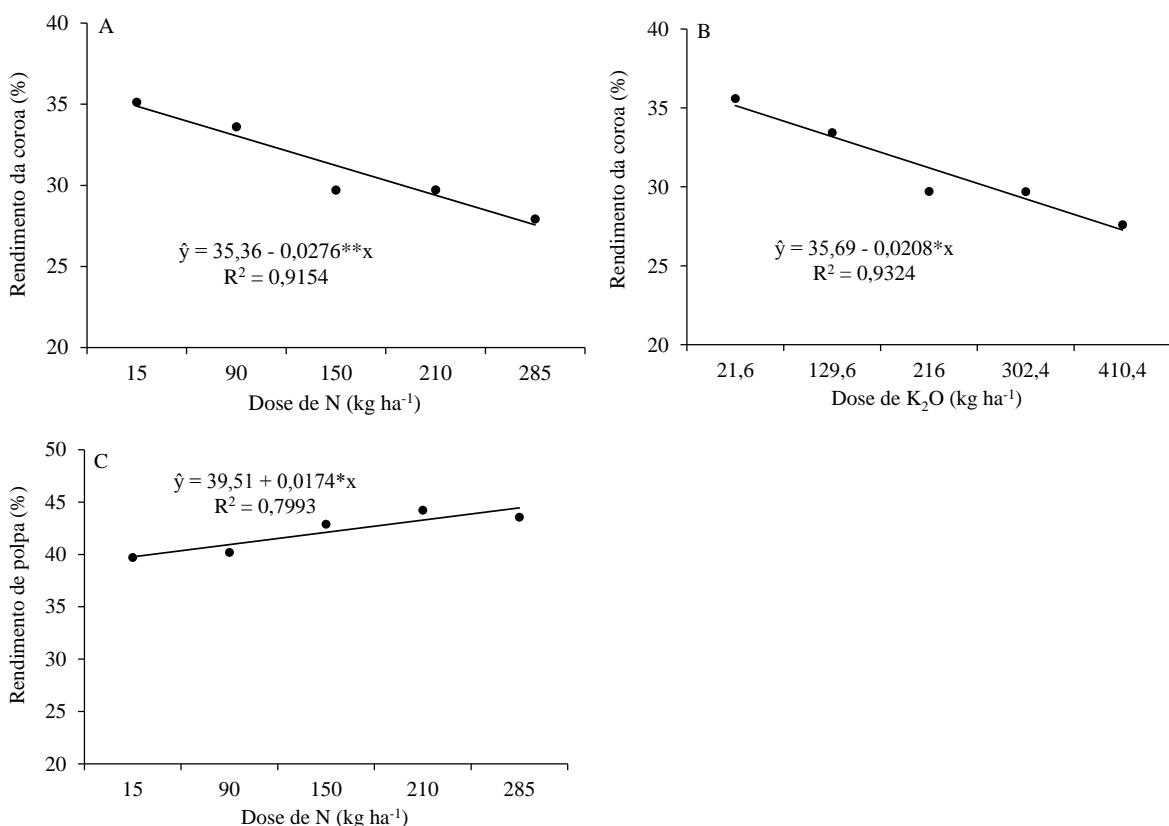
Figura 3. Massa do fruto com coroa de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de potássio.

Os resultados demostram, no entanto, que mesmo com o incremento na massa dos frutos com a aplicação crescente de doses de K₂O, as mesmas não foram suficientes para suprir as necessidades nutricionais e promover frutos com padrão mínimo de comercialização, inclusive pela equação da Figura 3, é possível inferir que maiores adubações poderiam proporcionar melhores respostas. A massa mínima do abacaxi para comercialização deve ser 900 g. Entretanto, para os frutos dos tipos médio e graúdo, o mínimo exigido é 1.200 e 1.800 g, respectivamente (HORTIESCOLHA, 2016). Segundo Vilela, Pegoraro e Maia (2015) frutos muito pequenos (≤ 700 g) e muito grandes (≥ 2.300 g) apresentam baixo valor comercial para consumo fresco, neste caso com a presença de indústrias na região é possível beneficiá-los na forma de suco ou doces, com menor retorno financeiro ao produtor.

A disponibilização adequada dos elementos minerais, dentre outras práticas, é considerada de fundamental importância para que a planta apresente todo potencial produtivo, o suprimento inadequado provoca distúrbios nutricionais que são caracterizados pela presença de diferentes sintomas de deficiência (TAIZ; ZEIGER, 2013). Para Vilela, Pegoraro e Maia (2015) o aumento da produtividade da planta é evidenciado pela quantidade de massa fresca acumulado no período vegetativo, na cv. Vitória irrigada verificaram que plantas com massa fresca de 0,410 a 8,60 kg proporcionaram massa de frutos entre 152 a 1.482 g. No presente estudo, provavelmente, a adubação insuficiente, a utilização de mudas de abacaxi provenientes de cultivo *in vitro* e a precipitação irregular, podem ter contribuído para os baixos valores de massa do fruto com coroa do abacaxizeiro cv. Imperial.

Os baixos valores da massa dos frutos da ‘Imperial’ (670 g) foram atribuídos por Sampaio, Fumis e Leonel (2011) a alta produção do número médio de filhotes na base da planta, aproximadamente nove mudas, e ao sistema de cultivo *in vitro*, que mesmo produzindo mudas sadias e homogêneas, tende a apresentar menor quantidade de reservas. Plantios subsequentes com adubação equilibrada e resíduos anteriores do abacaxizeiro podem aumentar a produtividade da área. Liu et al. (2013), verificaram que a presença dos resíduos de abacaxizeiro contribuíram no crescimento, fisiologia da planta e produtividade dos frutos, além disso, verificaram aumento do teor de massa orgânica do solo de 21,5 g kg⁻¹, acréscimos na planta de 10; 59,8 e 145,1% de N, P e K, respectivamente, e maior atividade enzimática da urease, catalase, fosfatase ácida e invertase no solo.

Para o rendimento da coroa, nota-se efeito isolado da aplicação de doses de nitrogênio e potássio. O aumento das doses de N proporcionou redução do rendimento da coroa, apresentando 34,95 e 27,50% nas doses de 15 e 285 g ha⁻¹ de N, respectivamente (Figura 4A). Para as doses de potássio, verifica-se rendimento de 35,24 e 27,15% com a aplicação das doses de 21,6 e 410,4 g ha⁻¹ de K₂O, respectivamente (Figura 4B), ou seja, redução de 27,10 e 29,80% da maior para a menor dose de N e K₂O, respectivamente. Em contraste, a elevação das doses de N aumentou linearmente os valores do rendimento da polpa do fruto do abacaxizeiro ‘Imperial’, com incremento de 10,63% da menor para a maior dose de N (Figura 4C).



** e *: significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Figura 4. Rendimento da coroa de frutos de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio (A) e de potássio (B) e rendimento de polpa em relação às doses de nitrogênio (C).

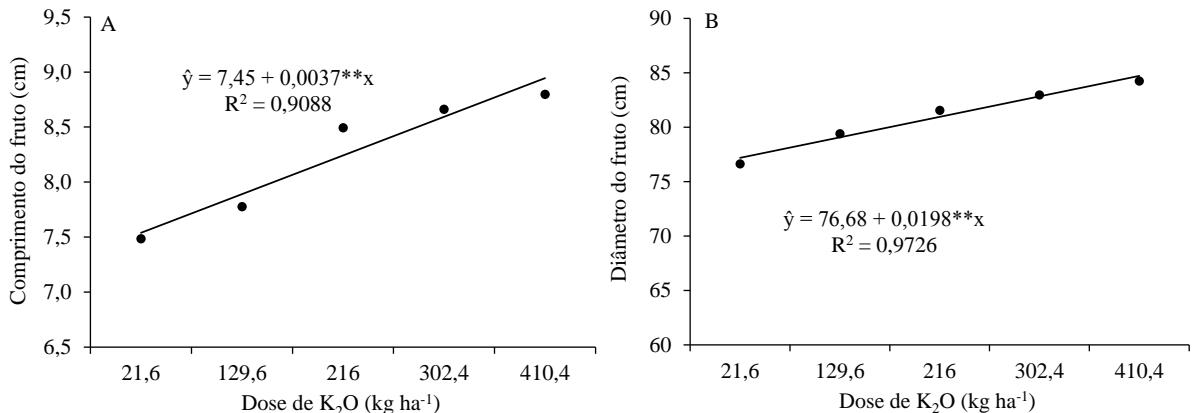
Em conjunto, o aumento das doses de N e K₂O promoveu diminuição no rendimento da coroa, o que também foi verificado por Costa (2013) na cv. Pérola. Segundo Cabral e Matos (2005), a massa da coroa da cv. Imperial deve ser de aproximadamente 120 g e ter comprimento de 17,8 cm. No presente estudo, verificou-se massa de 130 a 213 g, e 14 a 25

cm de comprimento da coroa. Entretanto, para frutos destinados a exportação, devido à padronização de embalagem, o ideal é coroa com comprimento entre 5-13 cm (GIACOMELLI, 1981). A planta na escassez de nutrientes pode ter influenciado no alongamento celular da coroa para garantir a sua perpetuação.

Segundo Kant et al. (2011) quando o nitrogênio está disponível no solo ocorre a absorção de N inorgânico, síntese e armazenamento de aminoácidos que são utilizados na síntese de proteínas e enzimas envolvidas em vias bioquímicas. Este processo regem o crescimento e desenvolvimento da planta e quando a assimilação de nitrogênio e a remobilização são críticas comprometem o fornecimento de aminoácidos para os órgãos reprodutivos. Neste sentido, ao reduzir a taxa de biossíntese de proteínas, pode promover maior disponibilidade de fotoassimilados para serem utilizados na síntese de compostos do metabolismo secundário (MARSCHNER, 2012).

A deficiência de nitrogênio, na forma orgânica ou inorgânica, compromete o desenvolvimento e a produtividade da planta, esta deficiência é demonstrada através de aparências típicas de sintomas (OWUREKU-ASARE et al., 2015). Neste sentido, durante o crescimento da planta do presente estudo, observou-se clorose nas folhas e no período de frutificação, o mesmo sintoma foi verificado na coroa do abacaxizeiro. Segundo Ramos et al. (2009) um dos indicativos de deficiência de N nas plantas de abacaxizeiro cv. Imperial é o tamanho reduzido do fruto, a presença de clorose nas folhas da coroa e descoramento da polpa. Quando ocorre clorose seguida de necrose na base das folhas é indicativo de deficiência de Mg, o que também foi verificado visualmente durante toda a condução do experimento.

O comprimento e diâmetro dos frutos do abacaxizeiro cv. Imperial foram influenciados de forma positiva pelas doses de K₂O. Em relação ao comprimento dos frutos, registraram-se valores de 7,53 e 9,0 cm na menor (21,6 g ha⁻¹) e maior (410,4 g ha⁻¹) dose de K₂O, respectivamente, indicando incremento de 16,33% (Figura 5A). Quanto ao diâmetro do fruto, foram registrados valores de 77,11 mm para a dose de 21,6 g ha⁻¹ de K₂O e 84,80 mm para a dose de 410,4 g ha⁻¹ de K₂O, representando incremento de 9,10% (Figura 5B).

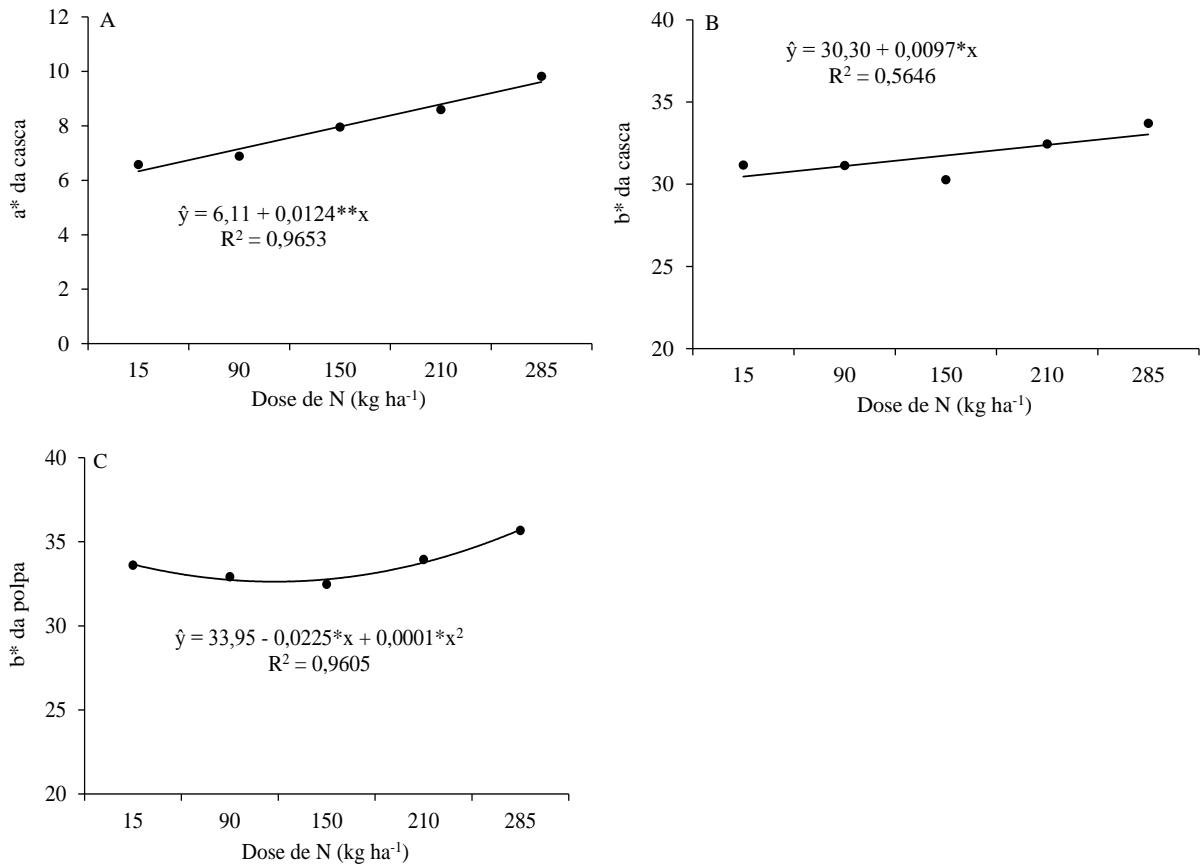


**significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Figura 5. Comprimento (A) e diâmetro (B) de frutos de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de potássio.

A obtenção de frutos maiores e com maior massa, depende do bom crescimento da planta na fase de pré-florescimento (CAETANO et al., 2013). Segundo Cabral e Matos (2005), caracterizando a cv. Imperial registraram frutos com 18,50 cm de comprimento e 135,0 mm de diâmetro mediano. Para Guarçoni e Ventura (2011) a exigência do mercado definirá a quantidade de nitrogênio a ser aplicado, por que altas concentrações produz frutos maiores, mas de qualidade reduzida.

Na Figura 6, verifica-se efeito positivo da adubaçāo nitrogenada sobre os valores dos índices a* e b* da cor da casca do abacaxi cv. Imperial. No índice a* os valores variaram de 6,30 a 9,64, com incremento de 34,65% da menor (15 g ha⁻¹) para a maior dose de N (285 g ha⁻¹) (Figura 6A). Para o índice b* obteve-se valores de 30,44; 31,17; 31,75; 32,34 e 33,06 com as doses de 15; 90; 150; 210 e 285 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, ou seja, incremento de 7,92% da menor para a maior dose (Figura 6B), para o índice b* da cor da polpa, houve ajuste da regressão quadrática, verificando-se ponto de mínima em decorrência da aplicação da dose de 112,50 kg ha⁻¹ de N, apresentando índice de 32,68 (Figura 6C).



** e *significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Figura 6. Índices a* (A) e b* (B) da cor da casca e índice b* da cor da polpa (C) de frutos de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio.

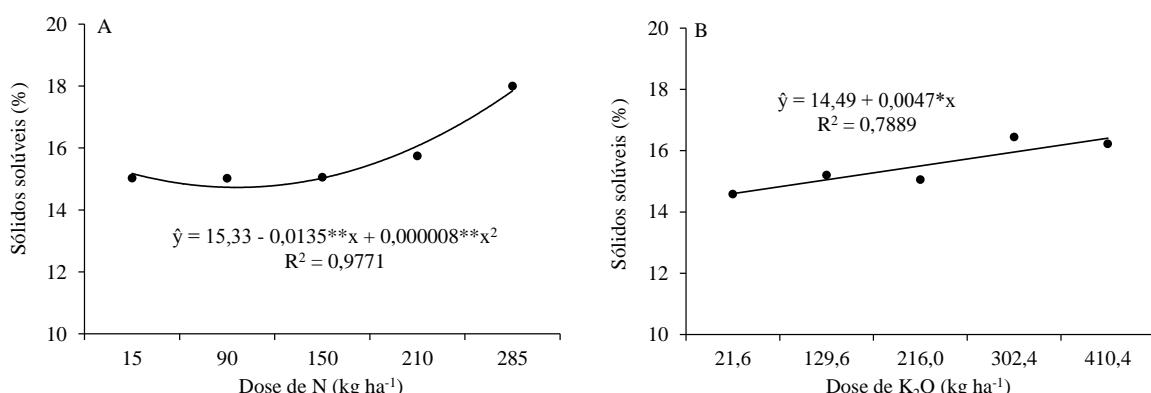
A coloração da casca está relacionada com a maturação e com as condições climáticas durante o período de cultivo. Para Viana et al. (2013) a combinação dos atributos geométricos e cromáticos definem a aparência do fruto, sendo os atributos cromáticos associados à cor e são expressos pelos parâmetros L*, C* e h*.

Os parâmetros a* e b*, indicam a perda da cor verde e a evolução da cor amarela (BERILLI et al., 2014), demonstrando que ocorreu no presente estudo, aumento gradual dos índices de acordo as crescentes doses de N e que no momento da colheita os frutos estavam em estádio de maturação mais avançados, quando todas as infrutescências já haviam atingido a maturidade fisiológica, apresentando acima de 80% da coloração amarelada. No processo de maturação, ocorre degradação da clorofila e síntese de carotenoides, iniciam-se na base dos frutos, prosseguindo até o ápice (GONÇALVES; CARAVALHO, 2000).

A adubação nitrogenada em excesso pode reduzir a consistência e a acidez dos frutos, além de aumentar a translucência da polpa (MALEZIEUX; BARTHOLOMEW, 2003).

Segundo Viana et al. (2013) a coloração da polpa é um dos fatores determinantes para a exportação, visto que o mercado externo prefere frutos de polpa amarela. Na descrição da cv. Imperial, verifica-se o potencial que esta apresenta para exportação, além da coloração amarela da polpa, tem elevado teor de açúcar, acidez titulável e conteúdo em ácido ascórbico moderado (CABRAL; MATOS, 2005).

O teor de sólidos solúveis nos frutos foi influenciado pela adubação nitrogenada e potássica. Com a aplicação de N, houve resposta quadrática, com teor mínimo de SS dos frutos estimado em 14,76%, com aplicação de 84,37 kg ha⁻¹ de N (Figura 8A). Em relação à adubação potássica, verifica-se efeito linear crescente do SS, apresentando 14,59; 15,10; 15,50; 15,91 e 16,42% nas aplicações das doses de 21,6; 129,6; 216,0; 302,4 e 410,4 kg ha⁻¹ de K₂O, respectivamente, incremento de 11,14% da menor para a maior dose de K₂O (Figura 7B).



** e *significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Figura 7. Sólidos solúveis em frutos de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio (A) e de potássio (B).

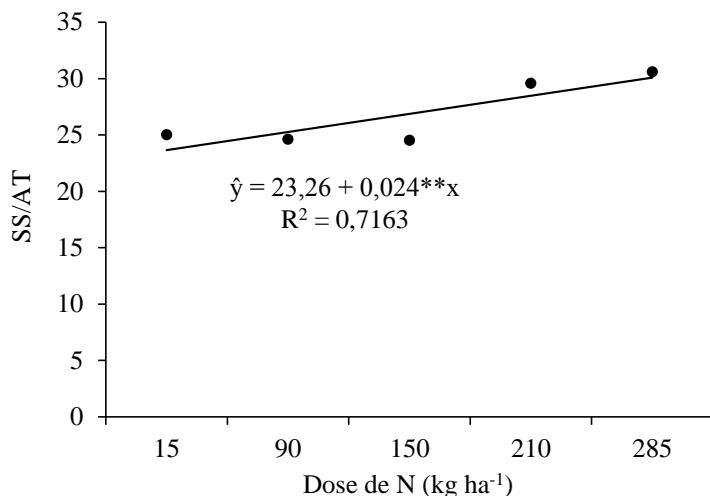
Tem sido relatado que aplicações elevadas de doses de N afetam os aspectos de qualidade do abacaxizeiro. Neste contexto, quando se adicionou altas concentrações de N diminuiu o teor de sólidos solúveis e acidez titulável de ‘Smooth Cayenne’ (SPIRONELLO et al., 2004; OMOTOSO; AKINRINDE, 2013), podendo esta relacionado à diluição do conteúdo da célula, causado pelo aumento da massa das infrutescências (TEIXEIRA et al., 2002). Este comportamento, não foi observado no presente estudo, provavelmente por ter sido utilizado concentrações abaixo do N requerido pela cv. Imperial.

Com a cv. Vitória, Caetano et al. (2013) verificaram aumento nos valores de AT (0,38%) e SS (17,62%) de forma linear em função das doses de K₂O, entretanto houve efeito

oposto para as doses de N aplicadas. Abílio et al. (2009) avaliando cultivares de abacaxizeiro no estado da Paraíba, verificaram para a cv. Imperial teores de açúcares redutores, açúcares totais, sólidos solúveis, pH e SS/AT de 5,12%; 15,23%; 18,41%; 3,96 e 35,28, respectivamente, superiores dos resultados observados no presente estudo. Dantas et al. (2015) avaliando a combinação de fontes de N no abacaxizeiro cv. Vitória verificaram aumento nos sólidos solúveis em 9,64; 9,79 e 7,96 g 100g⁻¹ em relação adubação convencional (NPK), obtendo maior valor (9,79 g 100g⁻¹) com a aplicação de 152 g planta⁻¹ de estrume de frango e ausência de N na forma de ureia, os resultados foram atribuídos aos altos níveis de K presentes no estrume de frango.

Segundo Saradhuldhath e Paull (2007) as mudanças na acidez do abacaxi são atribuídas à atividade da citrato sintase e aconitase, ocorrendo relação direta entre as alterações na quantidade de potássio e nas mudanças da acidez titulável, possivelmente, para equilibrar a carga vacuolar. Segundo esses autores, a malato desidrogenase catalisa a interconversão de malato e oxaloacetato no citoplasma, a citrato sintase catalisa a acetilação do oxaloacetato utilizando acetil-COA para produzir o citrato que é isomerizado pela aconitase à isocitrato. A fosfenolpiruvato carboxilase condensa fosfenolpiruvato com bicarbonato, para obter oxaloacetato e enzimas, que estão diretamente envolvidas no metabolismo dos ácidos orgânicos. Segundo Lester, Jifon e Makus (2010) concentrações elevadas de K podem levar a biossíntese de fotoassimilados que influenciaram no aumento na produção de precursores para a síntese de ácido ascórbico.

A relação entre a SS/AT foi influenciada pelas doses crescentes de N, registrando-se valores de 23,62; 25,42; 26,86; 28,30 e 30,10 nas doses de 15; 90; 150; 210 e 285 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, obtendo-se incremento da SS/AT de 21,53% da menor para a maior dose de N (Figura 8).



**significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Figura 8. Relação sólidos solúveis por acidez titulável em frutos de abacaxizeiro 'Imperial' em relação às doses de nitrogênio.

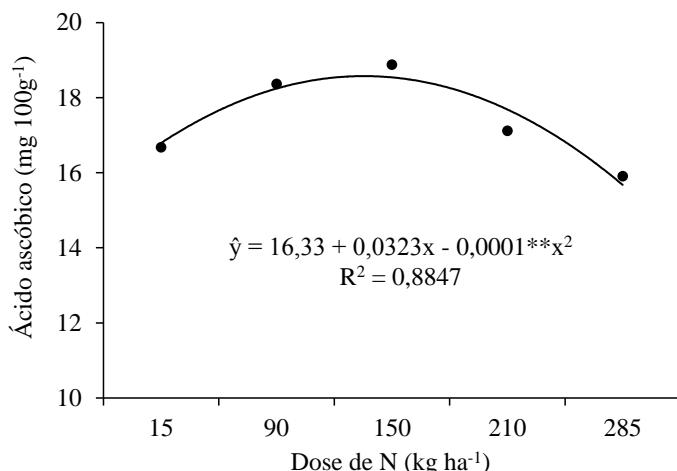
A relação SS/AT se relaciona à palatabilidade, sendo importante para a aceitação dos frutos pelo consumidor. Abílio et al. (2009) avaliando parâmetros químicos das cultivares Pérola e Smooth Cayenne, tradicionalmente plantadas no estado da Paraíba, Emepe-01, Imperial e MD-2, verificaram que a polpa da cv. Imperial apresentou quanto à relação SS/AT valores (42,56) muito superior dos encontrados nas demais cultivares. Oliveira et al. (2015a) avaliando adubação mineral (N e K₂O) na cv. Imperial, verificaram aumento no pH e na relação SS/AT com as crescentes concentrações de N.

Em concentrações elevadas de nitrogênio Arshad e Amanto (2012) verificaram que a aplicação de 600 a 1200 kg ha⁻¹ de N reduziu a acidez do fruto de 15,4 no controle para 12,2 meq% com aplicação de 1200 kg ha⁻¹ de N. Entretanto, com a redução da acidez o sabor da fruta é insípido e com pouco aroma, ocorre redução da doçura e os frutos apresentam sabor desagradável. Quanto a massa do fruto e a relação fruto/coroa obtiveram resposta positiva até a aplicação de 800 kg ha⁻¹ de N, a partir desta dose houve redução, demonstrando que existe um limite de resposta à adubação pelas plantas.

A adubação nitrogenada pode ter impacto indireto na acidez do fruto, o aumento do crescimento vegetativo pode causar sombreamento, consequentemente diminuindo a temperatura e reduzindo a transpiração, ou pode desviar as assimilações para o crescimento vegetativo em detrimento ao desenvolvimento do fruto (ETTIENNE et al., 2013). A deficiência de N promoveu redução na aceitação sensorial da cv. Imperial, os frutos

apresentaram elevada acidez, sem aroma e com sabor atípico. Além disso, a polpa apresentou coloração esbranquiçada, baixa acidez titulável e vitamina C (RAMOS et al., 2010).

O teor de ácido ascórbico nos frutos foi influenciado pela adubação nitrogenada. A dose máxima de N foi estimada em 161,50 kg ha⁻¹, para a máxima do ácido ascórbico, sendo esta igual a 18,94 mg 100 g⁻¹ (Figura 9).



**significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Figura 9. Ácido ascórbico em frutos de abacaxizeiro ‘Imperial’ em relação às doses de nitrogênio.

A aplicação de nitrogênio durante o cultivo influencia nos teores de ácido ascórbico (LEE; KADER, 2000). A maior intensidade da luz durante a estação de crescimento do abacaxizeiro proporciona maior teor de ácido ascórbico, altas concentrações de fertilizantes nitrogenados podem diminuir o teor de AA, porque aumenta o crescimento das plantas, com isso, pode reduzir a intensidade da luz e a acumulação de AA em partes sombreadas (SEUNG; KADER, 2000). Entretanto, em baixas concentrações de N ocorre acumulação de AA, devido a menor biossíntese de proteínas, e os fotoassimilados são direcionados para a síntese de compostos do metabolismo secundário (SEUNG; KADER, 2000; MARSCHNER, 2012).

Martins et al. (2009) relataram em abacaxizeiro ‘Smooth Cayenne’ que plantas submetidas a deficiência de N e K tende a diminuir os teores de ácido ascórbico (AA), e a medida que o fruto amadurece o teor de AA diminui. Dantas et al. (2015) relataram que a atividade antioxidante da cv. Vitória foi influenciada pela adubação nitrogenada nas combinações acima de 10 g planta⁻¹ de ureia e 152 g de estrume de galinha planta⁻¹, segundo

estes autores esta redução ocorreu provavelmente pela diminuição de compostos bioativos, como flavonoides e ácido ascórbico. Além disso, verificaram redução do teor de açúcares redutores (4,5 a 3,2 g / 100 g de glucose). Isuwan (2014), estudando níveis de esterco de galinha (0; 3; 6 e 9 g N planta⁻¹) na produtividade e qualidade de frutos de abacaxizeiro, relatou resposta linear crescente para a massa fresca do fruto e vitamina C, e para os açúcares e sólidos solúveis não houve diferença entre os tratamentos. Cabral e Matos (2005) reportaram mais alto conteúdo em ácido ascórbico (29,02 mg 100g⁻¹) e excelente sabor nas análises sensórias, com isso, a cv. Imperial pode ser uma alternativa para o estado da Paraíba, contribuindo na geração de renda e na melhoria da qualidade de vida dos produtores e familiares.

CONCLUSÕES

As doses crescentes de N e K promovem efeito positivo nas características físico-químicas dos frutos do abacaxizeiro ‘Imperial’. Entretanto, a demanda do cultivar Imperial é maior do que as doses que foram aplicadas neste estudo.

Nas condições que o experimento foi realizado, a maior dose de K₂O produziu frutos com massa de 632,34 g e produtividade de 26,36 t ha⁻¹.

REFERÊNCIAS

ABÍLIO, G. M. F. et al. Extração, Atividade da bromelina e análise de alguns parâmetros químicos em cultivares de abacaxi. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 4, p. 1117-1121, 2009.

AESA – Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba. Disponível em: <<http://www.aesa.pb.gov.br/>>. Acesso em: 15 de abril de 2016.

ARSHAD, A. M.; ARMANTO, M. E. Effect of Nitrogen on Growth and Yield of Pineapple Grown on BRIS Soil. **Journal of Environmental Science and Engineering**, p. 1285-1289, 2012.

AOAC - Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis of the association of Official Analytical Chemistry**. 17th ed. Washington: AOAC, p. 1115, 2005.

AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os Trópicos. 4. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. 332p.

BERILLI, S. S. et al. Avaliação da qualidade de frutos de quatro genótipos de abacaxi para consumo *in natura*. **Revista Braseira de Fruticultura**, v. 36, n. 2, p. 503-508, 2014.

BRITO NETO, J. F. et al. Aspectos produtivos da abacaxicultura familiar e comercial no Estado da Paraíba. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 4, p. 43-50, 2008.

CABRAL, J. R. S.; MATOS, A. P. **Imperial, nova cultivar de abacaxi**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2005. 4p. (Comunicado Técnico, 114).

CAETANO, L. C. S.; VENTURA, J. A.; BALBINO, J. M. S. Comportamento de genótipos de abacaxizeiro resistentes à fusariose em comparação a cultivares comerciais suscetíveis. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 2, p. 404-409, 2015.

CAETANO, L. C. S. et al. Efeito da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio no desenvolvimento, na produção e na qualidade de frutos do abacaxi ‘Vitória’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p. 883-890, 2013.

COSTA, J. P. Desenvolvimento e qualidade de infrutescência do abacaxizeiro ‘Pérola’ produzido sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos no estado da Paraíba. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba, Areia. 120p.

DANTAS, A. L. et al. Influence of combined sources of nitrogen fertilization on quality of cv. Vitória pineapple. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 40, p. 3814-3824, 2015.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 3º ed., 2013, 353p.

FAOSTAT, FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 06 de setembro de 2016.

ETIENNE, A. et al. What controls fleshy fruit acidity? A review of malate and citrate accumulation in fruit cells. **Journal of Experimental Botany**, v. 64, n. 6, p. 1451-1469, 2013.

FOYER, C. H.; NOCTOR, G.; HODGES, M. Respiration and nitrogen assimilation: targeting mitochondria-associated metabolism as a means to enhance nitrogen use efficiency. **Journal of Experimental Botany**, v. 62, n. 4, p. 1467-1482, 2011.

GIACOMELLI, E. J.; PY, C. **O abacaxizeiro no Brasil**. Campinas, Fundação Cargill, 1981. 101p.

GONÇALVES, N.B., CARVALHO, V.D. de **Abacaxi-pós-colheita-2. Característica da Fruta. Frutas do Brasil**, Brasília-DF, n.5, p. 13-27, 2000.

GUARÇONI, 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.

HORTIESCOLHA - Programa de apoio à tomada de decisão do serviço de alimentação. Disponível em: <<http://www.hortiescolha.com.br/biblioteca/tabela-de-equivalencia-e-valoracao/>>. Acesso em: 21 de setembro de 2016.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. v. 1. 3^a ed. 1 ed. Eletrônica. São Paulo: IMESP, 2005.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 01 de janeiro de 2017.

ISUWAN, A. Agronomic traits and fruit quality of pineapple with different levels of chicken manure application. **Silpakorn University Science and Technology Journal**, n. 8, v. 1, p. 67-73, 2014.

KANT, S. BI.; Y. M.; ROTHSTEIN, S. J. Understanding plant response to nitrogen limitation for the improvement of crop nitrogen use efficiency. **Journal of Experimental Botany**, v. 62, n. 4, p. 1499-1509, 2011.

LANG, A. Turgor-related translocation. **Plant, Cell and Environment**, n. 6, p. 683-689, 1983.

LEE, S. K.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000.

LESTER, B. G. E; JIFON, J. L.; MAKUS, D. J. Impact of potassium nutrition on food quality of fruits and vegetables: A condensed and concise review of the literature. **Better Crops**, v. 94, n. 1, p. 18-21, 2010.

LIU, C. H.; LIU, Y.; FAN, C.; KUANG, S. Z. The effects of composted pineapple residue return on soil properties and the growth and yield of pineapple. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 13, n. 2, p. 433-444, 2013.

MALAVOLTA, E. **O potássio e a planta**. 4. ed. Instituto da Potassa, 1982. 60p. (Boletim Técnico, 1).

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

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

MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 2012. 3.ed. 672p.

MARTINS, L. P. Qualidade de abacaxi ‘Pérola’ submetido à relação N/K e conservação de abacaxi ‘Smooth Cayenne’ tratado com 1-MCP. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba, Areia. 195p.

OLIVEIRA, A. M. G. O. et al. Adubação N-K no abacaxizeiro ‘BRS Imperial’ - I - Efeito no desenvolvimento e na floração da planta. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 755-763, 2015b.

OLIVEIRA, A. M. G. O. et al. Adubação N-K no abacaxizeiro ‘BRS Imperial’ - II- efeito no solo, na nutrição da planta e na produção. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 764-773, 2015c.

OLIVEIRA, A. M. G. et al. Qualidade do abacaxizeiro ‘BRS Imperial’ em função de doses de N-K. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 37, n. 2, p. 497-506, 2015a.

OMOTOSO, S. O.; AKINRINDE, E. A. Effect of nitrogen fertilizer on some growth, yield and fruit quality parameters in pineapple (*Ananas comosus* L. Merr.) plant at Ado-Ekiti Southwestern, Nigeria. **International Research Journal of Agricultural Science and soil Science**, v. 3, n. 1, p. 11-16, 2013.

OWEREKU-ASARE, M. et al. Effect of organic fertilizers on physical and chemical quality of sugar loaf pineapple (*Ananas comosus* L.) grown in two ecological sites in Ghana. **African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development**, v. 15, n. 2, p. 9982-9995, 2015.

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

RAMOS, M. J. M. et al. Sintomas visuais de deficiência de macronutrientes e de boro em abacaxizeiro ‘Imperial’. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 31, n. 1, p. 252-256, 2009.

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, n. 3, p. 692-699, 2010.

REINHARDT, D. H. et al. Pérola and Smooth Cayenne pineapple cultivars in the state of Bahia, Brazil: growth, flowering, pests, diseases, yield and fruit quality aspects. **Fruits**, v. 57, p. 43-53, 2002.

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

SARADHULDHAT, P.; PAULL, R. E. Pineapple organic acid metabolism and accumulation during fruit development. **Scientia Horticulturae**, v. 112, p. 297-303, 2007.

SAS INSTITUTE. **Statistical analysis system: release 9.3.** Cary: Statistical Analysis System Institute, 2011.

SEUNG, K. L.; KADER, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v. 20, 207-220, 2000.

SILVA, A. L. P. et al. Resposta do abacaxizeiro 'Vitória' a doses de nitrogênio em solos de tabuleiros costeiros da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 36, n. 2, p. 447-456, 2012.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 954p.

TEIXEIRA, L. A. J. et al. Potassium fertilization for pineapple: effects on plant growth and fruit yield. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 618-626, 2011.

TEIXEIRA, L. A. J. et al. Parcelamento da adubação NPK em abacaxizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, 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, n. 2, p. 396-402, 2001.

VENTURA, J. A.; CABRAL, J. R. S.; MATOS, A. P. 'Vitória': new pineapple cultivar resistant to fusariosis. **Acta Horticulturae**, v. 822, p. 51-55, 2009.

VIANA, E. S. et al. Caracterização físico-química de novos híbridos de abacaxi resistentes à fusariose. **Ciência Rural**, v. 43, n. 7, p. 1155-1161, 2013.

VILELA, G. B.; PEGORARO, R. F.; MAIA, V. M. Predição de produção do abacaxizeiro 'Vitória' por meio de características fitotécnicas e nutricionais. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 4, p. 724-732, 2015.

ANEXOS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) e de regressão para as variáveis: massa fresca (MF), massa seca (MS), comprimento (COMP), largura basal (LARBAS) e, largura mediana (LARMED) da folha D de plantas de abacaxi em relação às doses de nitrogênio (N) e potássio (K) e aos dias após o plantio (D), Areia-PB.

FV	gL	COMP	LARBAS	LARMED	MF	MS
BLOCO	2	271,2994**	1,6491**	1,0217**	78,2188**	1,2945*
TRAT	(49)	127,7999**	0,7581**	0,4905**	94,8311**	4,3262**
Régressão						
N-L	1	622,8066**	7,8131**	5,3082**	575,2135**	11,9057**
N-Q	1	6,0460 ^{ns}	0,046 ^{ns}	0,1734 ^{ns}	2,4402 ^{ns}	0,5028 ^{ns}
K-L	1	261,3233**	2,1447**	1,3739**	141,8427**	3,8908**
K-Q	1	6,3073 ^{ns}	0,2515 ^{ns}	0,3736*	10,2056 ^{ns}	0,6293 ^{ns}
D-L	1	4.517,6773**	19,1143**	4,7495**	3.214,7979**	128,7015**
D-Q	1	38,5904 ^{ns}	2,1111**	5,7358**	261,2716**	31,8969**
N-L x K-L	1	0,7374 ^{ns}	0,0201 ^{ns}	0,0512 ^{ns}	0,5817 ^{ns}	0,4648 ^{ns}
N-L x D-L	1	119,7916**	1,0266**	0,1827 ^{ns}	149,7920**	6,487**
K-L x D-L	1	0,0808 ^{ns}	0,0101 ^{ns}	0,1173 ^{ns}	8,3336 ^{ns}	1,251*
N-L x K-L x D-L	1	0,5946 ^{ns}	0,0112 ^{ns}	0,0743 ^{ns}	0,0574 ^{ns}	0,0532 ^{ns}
RESÍDUO	149	13,6829	0,1195	0,0876	8,7556	0,2217
CV (%)		7,58	8,77	7,46	16,41	19,74
Média		48,77 cm	3,94 cm	3,97 cm	18,03 g	2,38 g

Tabela 2. Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) e de regressão para as variáveis: índice SPAD (SPAD) e teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P) e, potássio (K) da folha D de plantas de abacaxi em relação às doses de nitrogênio (N) e potássio (K) e aos dias após o plantio (D), Areia-PB.

FV	gL	SPAD	N	P	K
BLOCO	2	90,2091**	18,1504**	0,000221**	11,1886**
TRAT	(49)	36,5037**	6,1088**	0,000061**	14,1432**
Regressão					
N-L	1	91,9246*	22,4126**	0,001122**	54,3194**
N-Q	1	35,1347 ^{ns}	4,4038 ^{ns}	0,000075 ^{ns}	7,8717 ^{ns}
K-L	1	232,9794**	5,1305 ^{ns}	0,000130*	159,6033**
K-Q	1	19,8744 ^{ns}	0,3811 ^{ns}	0,000028 ^{ns}	1,8999 ^{ns}
D-L	1	311,7578**	2,3820 ^{ns}	0,001670*	16,9550**
D-Q	1	70,2781*	40,7297**	0,000092 ^{ns}	2,2128 ^{ns}
N-L x K-L	1	4,7179 ^{ns}	1,5823 ^{ns}	0,000025 ^{ns}	0,3849 ^{ns}
N-L x D-L	1	4,6636 ^{ns}	0,4805 ^{ns}	0,000002 ^{ns}	0,4956 ^{ns}
K-L x D-L	1	0,0081*	17,0569**	0,000012 ^{ns}	16,4006**
N-L x K-L x D-L	1	32,6449 ^{ns}	1,0771 ^{ns}	0,000036 ^{ns}	1,6881 ^{ns}
RESÍDUO	149	14,1398	1,5618	0,000033	2,0905
CV (%)		10,78	11,68	6,51	8,96
Média		34,89	10,7 g kg ⁻¹	0,09 g kg ⁻¹	16,14 g kg ⁻¹

^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

CAPÍTULO II

Tabela 1. Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) e de regressão para as variáveis comprimento do caule (CC), diâmetro do caule (DC), massa fresca do caule (MFC), massa seca do caule (MSC), comprimento radicular (CR), massa fresca da raiz (MFR), massa seca da raiz (MSR), massa fresca total (MFT) e massa seca total (MST) de plantas de abacaxi em relação às doses de nitrogênio (N) e potássio (K) e aos dias após o plantio (D), Areia-PB.

FV	Gl	CC	DC	MFC	MSC	CR	MFR	MSR	MFT	MST
BLOCO	2	0,94 ^{ns}	1,885*	45,99 ^{ns}	0,06 ^{ns}	4,33 ^{ns}	302,77*	56,17**	33.370,82*	1.519,47*
TRAT	(49)	11,368**	0,90**	951,47**	31,68**	53,50**	1.041,82**	136,00**	197.530,35**	5.111,38**
Regressão										
N-L	1	6,85**	0,464 ^{ns}	801,27**	24,48**	2,38 ^{ns}	631,95**	107,28**	284.861,40**	5.074,33**
N-Q	1	0,916 ^{ns}	0,76 ^{ns}	6,46 ^{ns}	0,02 ^{ns}	1,31 ^{ns}	56,65 ^{ns}	23,27 ^{ns}	9.941,68 ^{ns}	584,72 ^{ns}
K-L	1	5,96**	0,26 ^{ns}	559,60**	22,26**	37,70 ^{ns}	5,36 ^{ns}	5,96 ^{ns}	87.806,26**	664,28 ^{ns}
K-Q	1	0,82 ^{ns}	0,02 ^{ns}	22,79 ^{ns}	0,18 ^{ns}	123,83*	12,65 ^{ns}	2,57 ^{ns}	27.778,96 ^{ns}	222,01 ^{ns}
D-L	1	494,82**	31,283**	37.5626,65**	1.248,46**	570,92**	33.222,52**	4.499,08**	7.805.003,63**	210.346,14**
D-Q	1	6,87**	0,86 ^{ns}	3.772,57**	119,65**	257,70**	9.536,11**	1.107,97**	780.245,45**	12.470,54**
N-L x K-L	1	0,92 ^{ns}	0,06 ^{ns}	4,77 ^{ns}	0,10 ^{ns}	7,48 ^{ns}	2,45 ^{ns}	3,40 ^{ns}	23.138,31 ^{ns}	259,44 ^{ns}
N-L x D-L	1	3,20*	0,0019 ^{ns}	783,92**	27,69**	100,67*	1.449,71**	232,18**	195.574,63**	5.205,83**
K-L x D-L	1	2,74*	0,02 ^{ns}	415,22**	22,74**	3,18 ^{ns}	0,11 ^{ns}	15,42 ^{ns}	35.183,05*	766,05 ^{ns}
N-L x K-L x D-L	1	0,62 ^{ns}	1,99*	98,51	2,16 ^{ns}	42,34 ^{ns}	2,62 ^{ns}	15,14 ^{ns}	11.631,48 ^{ns}	3,07 ^{ns}
RESÍDUO	149	0,70	0,42	58,12	2,17	26,18	66,69	10,20	8.632,71	341,12
CV (%)		17,9	24,23	29,60	36,15	17,49	29,12	28,72	19,71	23,76
Média		4,69 cm	2,68 cm	25,75 g	4,07 g	29,26	28,04 g	11,12 g	471,31 g	77,74 g

^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 2. Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) e de regressão para as variáveis número de folhas do tipo A (NFA), B (NFB), C (NFC), D (NFD), E (NFE) e F (NFF) e número total de folhas (NTF) de plantas de abacaxi em relação às doses de nitrogênio (N) e potássio (K) e aos dias após o plantio (D), Areia-PB.

FV	gL	NFA	NFB	NFC	NFD	NFE	NFF	NTF
BLOCO	2	2,60 ^{ns}	3,83 ^{ns}	12,68*	2,19 ^{ns}	1,55 ^{ns}	2,31 ^{ns}	72,77 ^{ns}
TRAT	(49)	12,08**	5,14**	5,29**	10,44**	5,90**	17,04**	206,37**
Regressão								
N-L	1	1,01 ^{ns}	6,36 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,04 ^{ns}	2,50 ^{ns}	0,62 ^{ns}	12,48 ^{ns}
N-Q	1	6,58 ^{ns}	2,06 ^{ns}	0,80 ^{ns}	6,61*	0,48 ^{ns}	1,07 ^{ns}	6,05 ^{ns}
K-L	1	1,45 ^{ns}	0,12 ^{ns}	6,13 ^{ns}	1,40 ^{ns}	0,07 ^{ns}	11,16 ^{ns}	77,91 ^{ns}
K-Q	1	24,43 ^{ns}	0,02 ^{ns}	4,24 ^{ns}	0,82 ^{ns}	1,17 ^{ns}	2,75 ^{ns}	51,61 ^{ns}
D-L	1	217,58**	77,14**	117,99**	414,23**	204,07**	744,48**	9.277,30**
D-Q	1	142,31**	22,49**	3,85 ^{ns}	0,42 ^{ns}	4,72*	3,13 ^{ns}	3,74 ^{ns}
N-L x K-L	1	19,80 ^{ns}	4,35 ^{ns}	0,46 ^{ns}	0,86 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,08 ^{ns}	4,11 ^{ns}
N-L x D-L	1	0,01 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,65 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,45 ^{ns}
K-L x D-L	1	2,50 ^{ns}	0,26 ^{ns}	5,03 ^{ns}	0,74 ^{ns}	2,20 ^{ns}	2,14 ^{ns}	4,07 ^{ns}
N-L x K-L x D-L	1	0,76 ^{ns}	1,44 ^{ns}	2,92 ^{ns}	0,02 ^{ns}	9,40**	22,38**	17,36 ^{ns}
RESÍDUO	149	6,29	2,14	2,92	1,16	1,02	2,20	25,42
CV (%)		22,13	18,80	23,33	17,16	21,62	26,30	11,71
Média (unidade)		11,33	7,79	7,32	6,29	4,67	5,65	43,04

^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 3. Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) e de regressão para as variáveis massa seca das folhas do tipo A (MFFA), B (MFFB), C (MFFC), D (MFFD), E (MFFE) e F (MFFF), massa fresca (MFF) e massa seca (MSF) das folhas de plantas de abacaxi em relação às doses de nitrogênio (N) e potássio (K) e aos dias após o plantio (D), Areia-PB.

FV	Gl	MFFA	MFFB	MFFC	MFFD	MFFE	MFFF	MFF	MSF
BLOCO	2	313,12 ^{ns}	779,13 ^{ns}	2.963,09*	3.712,23*	694,99 ^{ns}	58,44 ^{ns}	28.387,51*	1.170,61*
TRAT	(49)	1.391,80**	5.301,82**	8.080,47**	13.228,55**	5.571,68**	303,81**	147.235,06**	3.027,54**
Regressão									
N-L	1	4.074,27**	10.863,82**	13.954,32**	26.033,43**	594,02 ^{ns}	70,04 ^{ns}	230.667,55**	3.128,03**
N-Q	1	126,43 ^{ns}	4.72,56 ^{ns}	1.249,11 ^{ns}	3.406,98*	14,31 ^{ns}	6,97 ^{ns}	8.035,47 ^{ns}	380,06 ^{ns}
K-L	1	239,56 ^{ns}	624,01 ^{ns}	5.515,93**	2.536,37 ^{ns}	7627,92**	321,20**	73.088,97**	552,07 ^{ns}
K-Q	1	841,65 ^{ns}	1.259,49 ^{ns}	2.910,13*	416,55 ^{ns}	1.037,07 ^{ns}	191,80*	25.071,27 ^{ns}	165,59 ^{ns}
D-L	1	39.170,89**	209.606,56**	329.581,61**	507.538,10**	160.924,00**	5.527,68**	5.845.540,31**	126.897,22**
D-Q	1	4.707,09**	12.679,81**	1.023,30 ^{ns}	40.371,57**	40.095,52**	1.656,31**	524.524,85**	4.737,23**
N-L x K-L	1	12,46 ^{ns}	2.069,69*	1.328,53 ^{ns}	7.541,15**	417,12 ^{ns}	15,78 ^{ns}	24.292,88 ^{ns}	333,66 ^{ns}
N-L x D-L	1	453,49 ^{ns}	8.262,41**	7.106,21**	16.581,17**	2954,50*	11,90 ^{ns}	141.499,92**	2.667,86**
K-L x D-L	1	297,65 ^{ns}	437,43 ^{ns}	3.256,59*	2.107,28 ^{ns}	22,24 ^{ns}	441,28**	27.842,82*	720,21 ^{ns}
N-L x K-L x D-L	1	20,51 ^{ns}	203,93 ^{ns}	3.026,46*	700,82 ^{ns}	269,50 ^{ns}	471,77**	14.254,53 ^{ns}	13,01 ^{ns}
RESÍDUO	149	194,57	408,80	700,15	839,74	501,24	45,35	6.836,90	244,14
CV (%)		27,25	27,75	27,91	25,61	33,76	35,15	19,80	24,98
Média (g)		51,19	72,86	94,82	113,17	66,32	19,16	417,51	62,55

^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

CAPÍTULO III

Tabela 1. Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) e de regressão para as variáveis massa do fruto com coroa (MCF), rendimento em coroa (COR), em casca (CAS), em talo (TL) e, em polpa (REND), firmeza (FIR), comprimento do fruto (CF), comprimento da coroa (CC), diâmetro do fruto (DMF) e produtividade (PROD) de plantas de abacaxi em relação às doses de nitrogênio (N) e potássio (K), Areia-PB.

FV	Gl	MCF	COR	CAS	TL	REND	FIR	CF	CC	DMF	PROD
BLOCO	2	24.415,7672*	236,0193**	41,1536*	0,8663 ^{ns}	364,1737**	85,3608 ^{ns}	3,2964**	14,6890**	33,7522*	42,3885*
TRAT	(9)	11.670,1047 ^{ns}	28,3703*	8,6142 ^{ns}	0,4003 ^{ns}	25,7558 ^{ns}	14,4660 ^{ns}	1,1585 ^{ns}	2,3762 ^{ns}	30,4869*	20,2606 ^{ns}
Regressão											
N-L	1	32.552,7786*	181,7310**	15,9002 ^{ns}	0,1040 ^{ns}	95,4060*	14,4280 ^{ns}	1,6483 ^{ns}	4,7949 ^{ns}	37,0621 ^{ns}	56,5152*
N-Q	1	3.686,7716 ^{ns}	0,3729 ^{ns}	0,4206 ^{ns}	0,4713 ^{ns}	1,3114 ^{ns}	19,5399 ^{ns}	0,9566 ^{ns}	0,0498 ^{ns}	2,5985 ^{ns}	6,4006 ^{ns}
K-L	1	40.129,2403*	53,9561*	4,4022 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	62,0411 ^{ns}	1,4590 ^{ns}	5,6941**	0,8981 ^{ns}	174,5020**	69,6688*
K-Q	1	1.490,6570 ^{ns}	0,3008 ^{ns}	2,5198 ^{ns}	2,0631 ^{ns}	0,0373 ^{ns}	5,2273 ^{ns}	0,0862 ^{ns}	0,8312 ^{ns}	5,8677 ^{ns}	2,5879 ^{ns}
N-L x K-L	1	50,1784 ^{ns}	1,2188 ^{ns}	40,9431 ^{ns}	0,0525 ^{ns}	31,4576 ^{ns}	7,7380 ^{ns}	0,2667 ^{ns}	0,6724 ^{ns}	2,2937 ^{ns}	0,0871 ^{ns}
RESÍDUO	18	6034,2702	9,9707	9,8296	1,1640	15,4007	45,0440	0,5107	1,4210	9,1473	10,4762
CV (%)		14,15	9,93	13,93	30,13	9,36	12,34	8,76	6,02	3,75	14,15
Média		549,04 g	31,79%	22,51%	3,58%	41,92%	54,41 N	8,16 cm	19,82 cm	80,61 cm	22,88 t ha ⁻¹

^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Tabela 2. Resumo das análises de variância (Quadrado Médio) e de regressão para as variáveis luminosidade (LC), a* (AC) e, b* (BC) para a casca, luminosidade (LP), a* (AP) e b* (CP) para a polpa e, acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), relação entre acidez titulável e sólidos solúveis (SS/AT) e, ácido ascórbico (AA) em frutos de abacaxi em relação às doses de nitrogênio (N) e potássio (K) e aos dias após o plantio (D), Areia-PB.

FV	GI	LC	AC	BC	LP	AP	BP	AT	SS	SS/AT	AA
BLOCO	2	12,2895 ^{ns}	2,1563 ^{ns}	3,2999 ^{ns}	9,8261*	0,3852*	32,0320*	0,0019 ^{ns}	0,7565 ^{ns}	16,2570 ^{ns}	4,4898 ^{ns}
TRAT	(9)	3,2230 ^{ns}	4,4503 ^{ns}	3,6464 ^{ns}	3,0973 ^{ns}	0,1272 ^{ns}	3,6613 ^{ns}	0,0045 ^{ns}	3,0248**	23,1417*	4,2783*
Regressão											
N-L	1	1,4996 ^{ns}	32,7216**	17,1569*	4,8367 ^{ns}	0,4150*	8,5769*	0,0144 ^{ns}	14,5180**	142,1046**	2,0063 ^{ns}
N-Q	1	0,0012 ^{ns}	1,1049 ^{ns}	6,2485 ^{ns}	1,4636 ^{ns}	0,3474 ^{ns}	12,2698*	0,0001 ^{ns}	7,5993**	15,4484 ^{ns}	19,4892**
K-L	1	0,7584 ^{ns}	0,1549 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	8,4335 ^{ns}	0,2089 ^{ns}	1,6953 ^{ns}	0,0012 ^{ns}	3,3531*	13,4907 ^{ns}	0,0859 ^{ns}
K-Q	1	2,0110 ^{ns}	1,4818 ^{ns}	0,0744 ^{ns}	0,5786 ^{ns}	0,0202 ^{ns}	4,6163 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,1696 ^{ns}	0,1368 ^{ns}	0,2586 ^{ns}
N-L x K-L	1	2,3270 ^{ns}	0,0217 ^{ns}	5,8446 ^{ns}	0,0067 ^{ns}	0,0567 ^{ns}	1,7374 ^{ns}	0,0043 ^{ns}	0,0014 ^{ns}	10,5194 ^{ns}	0,0150 ^{ns}
RESÍDUO	18	3,8460	1,8294	3,2417	2,6807	0,0793	1,8240	0,0041	0,6063	9,0754	1,6236
CV (%)		8,01	17,47	5,68	3,49	6,47	4,02	10,88	5,01	11,25	7,30
Média		24,48	7,74	31,71	46,98	4,35	33,60	0,59 g 100 g ⁻¹	15,54%	26,77	17,45 mg 100 g ⁻¹

^{ns}, ** e *: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.