



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

**Crescimento, estado nutricional, produção e qualidade de  
infrutescências do abacaxizeiro 'Pérola' sob adubação nitrogenada  
e potássica**



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

**Crescimento, estado nutricional, produção e qualidade de  
infrutescências do abacaxizeiro 'Pérola' sob adubação  
nitrogenada e potássica**

**EDSON DE ALMEIDA CARDOSO**

*Sob a orientação da professora*

**Rejane Maria Nunes Mendonça**

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

Areia, PB

Março de 2017

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

Cardoso, Edson Almeida

Crescimento, estado nutricional, produção e qualidade de infrutescência do abacaxizeiro 'Pérola' em função da adubação nitrogenada e potássica

– Areia: UFPB/CCA, 2017.

91 f.: il.

Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Bibliografia.

Orientador: Rejane Maria Nunes Mendonça.

1. *Ananas comosus* L. 2. Nutrição mineral 3. Crescimento 4. Adubação mineral. Mendonça, Rejane Maria Nunes (Orientadora) II. Título

UFPB/CCA



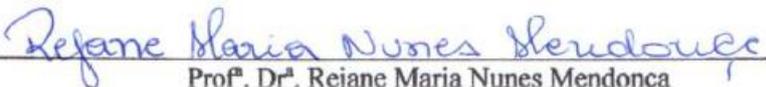
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

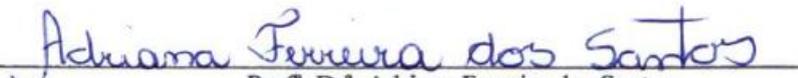
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

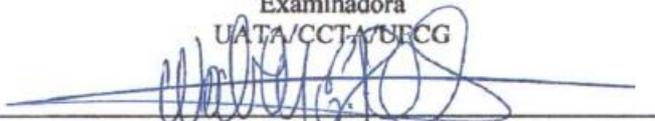
**TÍTULO:** Crescimento, estado nutricional, produção e qualidade de infrutescências do abacaxizeiro ‘Pérola’ sob adubação nitrogenada e potássica

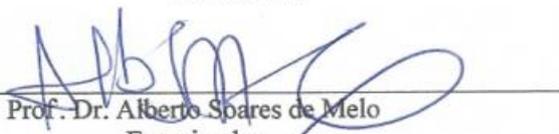
**AUTOR:** EDSON DE ALMEIDA CARDOSO

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

  
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Rejane Maria Nunes Mendonça  
Orientadora  
PPGA/CCA/UFPB

  
Prof.<sup>a</sup>. Dr.<sup>a</sup>. Adriana Ferreira dos Santos  
Examinadora  
UATA/CCTA/UECG

  
Prof. Dr. Walter Esfrain Pereira  
Examinador  
CCA/UFPB

  
Prof. Dr. Alberto Soares de Melo  
Examinador  
UEPB

Presidente da Comissão Examinadora  
Dr.<sup>a</sup>. Rejane Maria Nunes Mendonça  
Orientadora

Data da realização: 09 de março de 2017.

## AGRADECIMENTO

A Deus, que me permitiu viver toda essa experiência, porque sem Ele nada seria possível;

A toda minha família, pela força, apoio, confiança e incentivo.

A minha esposa, **Adriana Ursulino Alves**, pelo carinho, companheirismo e incentivo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia pela oportunidade do estudo, e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior(CAPES), pela concessão da bolsa de pós-graduação.

Aos professores da Banca Examinadora pelas contribuições dadas a este trabalho;

A minha orientadora, Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Rejane Maria Nunes Mendonça, pelo convívio, paciência e pela orientação desta tese;

A professora **Edna Ursulino Alves** pelo incentivo e dedicação.

Aos professores, Walter Esfrain Pereira, Silvanda de Melo Silva e Ítalo de Souza Aquino pelos ensinamentos e contribuições.

Ao Sr. Fausto de Menezes, pela disponibilização da área experimental e seus funcionários.

A Élica Rios, pela amizade, ensinamentos e incentivo.

A Jandira Costa, por todo apoio ensinamentos e paciência, pelas contribuições nas análises e avaliações.

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

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

Ao funcionário Josinaldo conhecido por (Josa) pelas contribuições durante toda a condução do experimento.

A Giliane, Nemora, Paulo, Aline, Francisco Thiago, Renato e Kalline, pelas conversas e carinho.

A todos aqueles que de forma direta ou indireta contribuíram para realização deste trabalho meus agradecimentos.

CARDOSO, E. A. **Crescimento, estado nutricional, produção e qualidade de infrutescências do abacaxizeiro ‘Pérola’ sob adubação nitrogenada e potássica.** Areia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 2017, 106p. Trabalho de Tese em Agronomia. Orientadora: Dr<sup>a</sup> Rejane Maria Nunes Mendonça.

## **RESUMO GERAL**

O abacaxizeiro apresenta elevada demanda nutricional, apresentando a maior demanda por nitrogênio e potássio, nutrientes que estão relacionados ao desenvolvimento da cultura e conseqüentemente a qualidade da infrutescência. Assim, para se obter altos rendimentos é necessário a implementação de um programa de adubação criterioso, em que os teores destes elementos devem ser adequadamente disponibilizados. Para tanto, foi realizada o presente ensaio, que será apresentado em dois capítulos. No primeiro capítulo, objetivou-se avaliar a nutrição mineral do abacaxizeiro ‘Pérola’ sob adubação nitrogenada e potássica. No segundo, objetivou-se avaliar o efeito do crescimento vegetativo, a produtividade e a qualidade de infrutescências do abacaxizeiro ‘Pérola’ sob adubação nitrogenada e potássica. O experimento foi conduzido no município de Alhandra, Estado da Paraíba, no período de janeiro de 2014 a março de 2015. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, contendo dez tratamentos e três repetições, totalizando 30 unidades experimentais. Os tratamentos foram arranjados conforme a matriz *Plan Puebla III* modificada, que consistiram da combinação entre doses de N (30, 180, 300, 420, 570 kg ha<sup>-1</sup>) e de K<sub>2</sub>O (30, 180, 300, 420, 570 kg ha<sup>-1</sup>). Utilizaram-se mudas do tipo filhote do cultivar ‘Pérola’ plantadas em sistema de fileiras simples, no espaçamento de 0,80 m x 0,30 m. As variáveis de crescimento vegetativos foram determinadas aos 150, 210, 270 e 300 dias após o plantio (DAP), bem como a produtividade e qualidade das infrutescências. Os dados foram submetidos a análise de variância. Para avaliar o efeito das doses de N e K<sub>2</sub>O e dias após o plantio, foi utilizada a técnica de superfície de resposta e análise de regressão polinomial, como também, análises de componentes principais das variáveis supracitadas. **No capítulo I**, foram avaliados aos 150, 210, 300, 420 e 300 dias após o plantio: o índice SPAD, o teor de clorofila, e os teores de N, P

e K na folha 'D' e no solo. Entre as doses de N e K<sub>2</sub>O houve interação, cujos teores de N e P nas folhas elevaram-se linearmente com o tempo (dias após o plantio), como também, os teores de P e K no solo. Para o índice SPAD ocorreu correlação significativa com os teores de clorofila, potássio e de nitrogênio. Desta forma, evidencia-se que o índice SPAD, pode ser usado para verificar o estado de nitrogênio na cultura do abacaxizeiro 'Pérola'. **No capítulo II**, aos 150, 210, 270 e 300 dias após o plantio foram avaliadas as seguintes características de crescimento vegetativo: comprimento, largura basal e mediana, massa fresca e seca da folha 'D'. Na colheita realizada aos 15 meses após o plantio, foram avaliadas as seguintes variáveis: produtividade, percentual de frutos das classes I (900 g até 1,200 kg); II (1,200 até 1,500 kg); III (1,500 até 1,800 kg) e IV (1,800 até 2,100 kg). Em relação às características de qualidade pós-colheita de infrutescências, foram realizadas as avaliações físicas: peso de infrutescências com e sem coroa, comprimento de infrutescências e da coroa, rendimento da coroa, casca, talo e de polpa de infrutescências, e as físico-químicas: acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), relação SS/AT e o ácido ascórbico. Entre as doses de N e K<sub>2</sub>O, bem como a interação de doses de N com dias após o plantio houve interação, em que o aumento dos dias após o plantio elevou linearmente o comprimento, largura basal e a massa seca da folha 'D'. Para o comprimento da folha 'D' houve correlação de Pearson positiva com a massa fresca ( $r = 0,7465$ ), largura basal ( $r = 0,7906$ ) e a largura mediana ( $r = 0,6474$ ) da folha 'D'. A produtividade se correlacionou de forma positiva com a massa fresca de infrutescência com coroa ( $r = 1,00$ ) e sem coroa ( $r = 0,7465$ ), comprimento de infrutescência ( $r = 0,6073$ ) e o diâmetro médio do fruto ( $r = 0,5725$ ). A combinação das doses de 570 kg ha<sup>-1</sup> de N e de 570 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O proporcionou aumento máximo na largura basal da folha 'D', enquanto a maior dose de 570 kg ha<sup>-1</sup> de N aos 300 dias após o plantio favoreceu a massa fresca da folha 'D'. A aplicação da maior dose de N (570 kg ha<sup>-1</sup>) com a menor dose de K<sub>2</sub>O (30 kg ha<sup>-1</sup>) produziu infrutescências com a massa de 1.507,87 g e produtividade de 62.85 t ha<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** *Ananas comosus* L. var. *comosus*, Nutrição mineral, Crescimento vegetativo, Adubação.

## GENERAL ABSTRACT

The pineapple presents high nutritional demand, presenting the greater demand for nitrogen and potassium, nutrients that are related to the development of the culture and consequently the quality of the infructescence. Thus, in order to obtain high yields it is necessary to implement a program of careful fertilization, in which the contents of these elements must be adequately made available. For this purpose, the present essay was presented, which will be presented in two chapters. In the first chapter, the objective was to evaluate the mineral nutrition of the 'Pérola' pineapple under nitrogen and potassium fertilization. In the second, the objective was to evaluate the effect of vegetative growth, productivity and quality of infructescences of 'Pérola' pineapple under nitrogen and potassium fertilization. The experiment was conducted in the municipality of Alhandra, State of Paraíba, from January 2014 to March 2015. The experimental design was a randomized complete block, containing ten treatments and three replications, totaling 30 experimental units. The treatments were arranged according to the modified Plan Puebla III matrix, which consisted of the combination of N (30, 180, 300, 420, 570 kg ha<sup>-1</sup>) and K<sub>2</sub>O (30, 180, 300, 420, 570 kg ha<sup>-1</sup>). Puppy-like seedlings of the 'Pérola' cultivar were planted in a single rows system, at a spacing of 0.80 m x 0.30 m. The vegetative growth variables were determined at 150, 210, 270 and 300 days after planting (DAP), as well as the productivity and quality of the infructescences. Data were submitted to analysis of variance. In order to evaluate the effect of N and K<sub>2</sub>O doses and days after planting, the response surface and polynomial regression analysis technique was used, as well as analyzes of the main components of the aforementioned variables. In chapter I, 150, 210, 300, 420 and 300 days after planting were evaluated: the SPAD index, the chlorophyll content, and the N, P and K contents in leaf 'D' and in the soil. Between N and K<sub>2</sub>O, interaction was observed, with N and P content in the leaves linearly increased with time (days after planting), as well as soil P and K contents. For the SPAD index, there was a significant correlation with the levels of chlorophyll, potassium and nitrogen. Thus, it is evident that the SPAD index can be used to verify the nitrogen status in the 'Pérola' pineapple crop. In Chapter II, at 150, 210, 270 and 300 days after planting the following

vegetative growth characteristics were evaluated: length, basal and median width, fresh and dry mass of 'D' leaf. The following variables were evaluated in the harvest at 15 months after planting: productivity, percentage of fruits of classes I (900 g to 1,200 kg); II (1,200 to 1,500 kg); III (1,500 to 1,800 kg) and IV (1,800 to 2,100 kg). In relation to post-harvest quality characteristics of infructescences, physical evaluations were performed: infructescence weight with and without crown, length of infructescence and crown, yield of crown, bark, stem and pulp of infructescences, and physical- chemical properties: titratable acidity (AT), soluble solids (SS), SS / AT ratio and ascorbic acid. Between the N and K<sub>2</sub>O rates, as well as the interaction of N doses with days after planting, there was an interaction, in which the increase of days after planting linearly increased the length, basal width and dry mass of leaf 'D'. For the leaf length 'D' there was a positive Pearson correlation with the fresh mass ( $r = 0.7465$ ), basal width ( $r = 0.7906$ ) and the median width ( $r = 0.6474$ ). Productivity correlated positively with the fresh mass of crown infructescence ( $r = 1.00$ ) and without crown ( $r = 0.7465$ ), infructescence length ( $r = 0.6073$ ) and mean fruit diameter  $r = 0.5725$ ). The combination of the doses of 570 kg ha<sup>-1</sup> of N and 570 kg ha<sup>-1</sup> of K<sub>2</sub>O provided maximum increase in the basal width of 'D' leaf, while the highest dose of 570 kg ha<sup>-1</sup> of N at 300 days after planting favored the fresh 'D' leaf mass. The application of the highest dose of N (570 kg ha<sup>-1</sup>) with the lowest dose of K<sub>2</sub>O (30 kg ha<sup>-1</sup>) produced infructescences with the mass of 1,507.87 g and yield of 62.85 t ha<sup>-1</sup>.

**Key words:** *Ananas comosus* L. var. *comosus*, Mineral nutrition, Vegetative growth, Fertilization.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

- Figura 1.** Precipitação pluviométrica e temperaturas máximas e mínimas registradas durante o período experimental no município de Alhandra - PB, 2017 ..... 10
- Figura 2.** Teores de nitrogênio na folha 'D' e no solo cultivados com abacaxizeiro 'Pérola', em diferentes épocas de avaliações..... 15
- Figura 3.** Teores de fósforo na folha 'D' e no solo cultivados com abacaxizeiro 'Pérola', em diferentes épocas de avaliações..... 18
- Figura 4.** Teores de potássio na folha 'D' e no solo cultivados com abacaxizeiro 'Pérola', em diferentes épocas de avaliações..... 20
- Figura 5.** Índice SPAD na folha 'D' do abacaxizeiro 'Pérola' em função das doses de nitrogênio e potássio aos 150 'A'; 210 'B'; 270 'C' e 300 'D' dias após o plantio..... 24
- Figura 6.** Teor de clorofila na folha 'D' do abacaxizeiro 'Pérola', em diferentes épocas de avaliações ..... 25
- Figura 7.** Autovetores das variáveis relacionadas com nutrição mineral do abacaxizeiro 'Pérola' e scores de dois componentes principais (CP1 e CP2) ..... 29

### CAPÍTULO II

- Figura 8.** Precipitação pluviométrica e temperaturas máximas e mínimas registradas durante o período experimental no município de Alhandra- PB, 2017 ..... 41
- Figura 9.** Comprimento (A) e largura basal (B) da folha 'D' do abacaxizeiro cv. Pérola em relação aos dias após o plantio ..... 47
- Figura 10.** Largura mediana da folha 'D' do abacaxizeiro cv. Pérola em função das doses de nitrogênio e de potássio aos 150 'A'; 210 'B'; 270 'C' e 300 'D' dias após o plantio..... 50
- Figura 11.** Massa fresca (A) e seca (B) da folha 'D' do abacaxizeiro cv. Pérola em relação aos dias após o plantio ..... 52
- Figura 12.** Produtividade (A) e percentual de infrutescências comerciais (PFC) na classe I (B) de abacaxizeiro cv. Pérola em função das diferentes doses de nitrogênio e potássio. Classe I (0,9 e 1,2 kg) ..... 54
- Figura 13.** Massa fresca média de infrutescência (PMF) na classe II (A) e percentual de infrutescência comerciais (PFC) na classe II (B) do abacaxizeiro cv. Pérola em função das diferentes doses de nitrogênio e potássio. Classe II (1,2 e 1,5 kg)..... 57
- Figura 14.** Massa fresca de infrutescências com coroa (A) e sem coroa (B) do abacaxizeiro cv. Pérola em função das diferentes doses de nitrogênio e potássio..... 60

<b>Figura 15.</b> Comprimento da infrutescência (A) e da coroa (B) do abacaxizeiro cv. Pérola em função das diferentes doses de nitrogênio e potássio.....	62
<b>Figura 16.</b> Firmeza do fruto íntegro (A) e rendimento de polpa (B) de infrutescências do abacaxizeiro cv. Pérola em função das diferentes doses de nitrogênio e potássio .....	64
<b>Figura 17.</b> Rendimento da coroa (A) e do talo (B) de infrutescências do abacaxizeiro cv. Pérola em função das diferentes doses de nitrogênio.....	66
<b>Figura 18.</b> Ácido ascórbico (A), acidez titulável (B), sólidos solúveis (C) e a relação SS/AT (D) em infrutescências de abacaxizeiro cv. Pérola em função das diferentes doses de nitrogênio e potássio .....	68
<b>Figura 19.</b> Autovetores das variáveis relacionadas com crescimento vegetativo, produtividade e qualidade de infrutescências com nutrição mineral do abacaxizeiro cv. Pérola e scores de três componentes principais: (A) CP1 e CP2, (B) CP2 e CP3 e (C) CP1 e CP3 .....	74

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I

- Tabela 1.** Descrição dos tratamentos quanto às doses de nitrogênio e potássio, aplicadas no cultivo do abacaxizeiro ‘Pérola’ ..... 12
- Tabela 2.** Valores médios dos teores de nutrientes no solo e na folha ‘D’ do abacaxizeiro ‘Pérola’ em função da adubação nitrogenada e potássica..... 16
- Tabela 3.** Análise de correlação linear de Pearson entre as variáveis índice SPAD, teores de clorofila (mg 100g<sup>-1</sup>), nitrogênio (g/Kg), fósforo (g/Kg) e potássio (g/Kg) na folha ‘D’ de plantas do abacaxizeiro ‘Pérola’ ..... 23
- Tabela 4.** Autovetores de dois componentes principais (CP1 e CP2) de variáveis relacionadas com a nutrição mineral do abacaxizeiro ‘Pérola’ em função da adubação nitrogenada e potássica ..... 28

### CAPITULO II

- Tabela 1.** Descrição dos tratamentos quanto às doses de nitrogênio e potássio, aplicada no cultivo do abacaxizeiro cv. Pérola ..... 43
- Tabela 2.** Autovetores de três componentes principais (CP1, CP2 e CP3) de variáveis relacionadas com o crescimento vegetativo, produtividade e qualidade de infrutescências do abacaxizeiro cv. Pérola em função da adubação nitrogenada e potássica ..... 73

### ANEXOS

#### CAPÍTULO I

- Tabela 1.** Resumo das análises de variância e regressão para as variáveis: índices SPAD, teores foliares de clorofila, nitrogênio, fósforo e, potássio em folha ‘D’ do abacaxizeiro ‘Pérola’ em função da adubação nitrogenada e potássica, Areia-PB ..... 84
- Tabela 2.** Resumo das análises de variância e regressão para as variáveis: nitrogênio, fósforo e potássio cultivado em solo com planta do abacaxizeiro ‘Pérola’ em função da adubação nitrogenada e potássica, Areia-PB ..... 85

#### CAPÍTULO II

- Tabela 1.** Resumo das análises de variância e regressão para as variáveis: massa fresca, massa seca, comprimento, largura basal e largura mediana em função das doses de nitrogênio e potássio analisadas ao longo do ciclo da cultura do abacaxizeiro ‘Pérola’, Areia-PB ..... 86
- Tabela 2.** Resumo das análises de variância e regressão para as variáveis: produtividade, peso do fruto com coroa, peso do fruto sem coroa, comprimento do fruto, diâmetro médio do fruto e comprimento da coroa de frutos do abacaxizeiro ‘Pérola’ em função das doses de nitrogênio (N) e potássio (K) ..... 87
- Tabela 3.** Resumo das análises de variância e regressão para as variáveis: rendimento em coroa, casca, talo e rendimento da polpa de frutos do abacaxizeiro ‘Pérola’ em função das doses de nitrogênio (N) e potássio (K), Areia-PB ..... 88

**Tabela 4.** Resumo das análises de variância e regressão para as variáveis: firmeza, acidez titulável, sólidos solúveis (SS), relação sólidos solúveis por acidez titulável (SS/AT) e, ácido ascórbico da polpa de frutos do abacaxizeiro ‘Pérola’ em função das doses de nitrogênio (N) e potássio (K), Areia-PB..... 89

**Tabela 5.** Resumo das análises de variância e regressão para a variável peso médio de frutos nas classes I (entre 0,9 a 1,2 kg) e classes II (entre 1,2 a 1,5 kg) do abacaxizeiro ‘Pérola’ em função das doses de nitrogênio (N) e potássio (K), Areia -PB ..... 90

**Tabela 6.** Resumo das análises de variância e regressão para variável percentagem de frutos comerciais nas classes I (entre 0,9 a 1,2 kg) e classes II (entre 1,2 a 1,5 kg) do abacaxizeiro ‘Pérola’ em função das doses de nitrogênio (N) e potássio (K), Areia-PB ..... 91

## SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....	v
GENERAL ABSTRACT .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	ix
LISTA DE TABELAS .....	xi
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS .....	3
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>5</b>
<b>Nutrição mineral do abacaxizeiro ‘Pérola’ sob adubação nitrogenada e potássica .....</b>	<b>5</b>
Resumo.....	6
Abstract .....	7
Introdução .....	8
Material e Métodos .....	10
Resultados e Discussão .....	15
Conclusões .....	30
Referências.....	30
<b>CAPÍTULO II .....</b>	<b>34</b>
<b>Crescimento vegetativo, produtividade e qualidade de infrutescências do abacaxizeiro ‘Pérola’ sob adubação nitrogenada e potássica.....</b>	<b>34</b>
Resumo.....	35
Abstract .....	37
Introdução .....	39
Material e Métodos .....	41
Resultado e Discussão.....	47
Conclusões .....	76
Referências.....	76

**ANEXOS**

CAPÍTULO I..... 84

CAPÍTULO II ..... 86

## INTRODUÇÃO GERAL

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* L. var. *comosus*) pertence à família Bromeliaceae, sendo originário de regiões de clima quente e de pluviosidade irregular, cuja origem atribui-se a América do Sul, provavelmente das regiões Sul e Sudeste do Brasil, Argentina e Uruguai (MELO et al., 2006). O abacaxizeiro é cultivado em diversos países e responde por mais de 50% da produção mundial de frutas. Dentre os países produtores, a Tailândia destaca-se como maior produtor mundial, seguido do Brasil, Filipinas, Costa Rica e Índia. Desta forma, a produção brasileira em 2015 foi de aproximadamente 1,6 milhão de infrutescências e produtividade de 25,6 t ha<sup>-1</sup> (FAOSTAT, 2016). Dentre as regiões produtoras, o Nordeste se destaca, sendo o estado da Paraíba o segundo produtor de infrutescências, com 566.240 t, que corresponde a 16,13% da produção nacional.

Apesar da sua importância sócio econômico no cenário nacional, no Estado da Paraíba, são inúmeros os problemas para implantação do abacaxizeiro, tais como, ocorrência de solos com baixa fertilidade e baixos níveis tecnológicos na cadeia produtiva. Dessa forma, torna-se necessário estudos considerando a aplicações das doses de N e K recomendadas nos boletins de adubação dos estados nordestinos, a fim de averiguar se são suficientes para produção do abacaxizeiro 'Pérola'.

O abacaxizeiro é uma planta que apresenta alta exigência nutricional em comparação com culturas perenes ou anuais, necessitando de nutrientes que atendam sua demanda em todas as fases de desenvolvimento, onde o nitrogênio e o potássio determinam o crescimento vegetativo e qualidade dos frutos (MARTINS; VENTURA, 2011).

O potássio é o nutriente requerido em maior quantidade pelo abacaxizeiro, influenciando na qualidade dos frutos e da produção. Este é responsável pelo carregamento da sacarose no floema e, assim, pelo transporte dos fotoassimilados da fonte para o dreno. Estudos indicam que a sua falta causa redução no crescimento vegetativo e na produção, além de afetar os atributos de qualidade dos frutos (REIS et al., 2012).

O nitrogênio é o elemento que as plantas exigem quantitativamente, sendo o segundo nutriente mais exigido pelo abacaxizeiro. Esse nutriente faz parte de compostos indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento da cultura, incluindo clorofila, ácidos nucleicos, aminoácido, proteína, além de participar do metabolismo de carbono e na síntese de novos tecidos (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Para o abacaxizeiro a reposição de nitrogênio e potássio é de fundamental importância, pois quantidades elevadas desses nutrientes são absorvidas pelas plantas e exportadas pelos frutos e mudas, dessa forma, o desempenho isolado e/ou associado exercem funções importantes no crescimento vegetativo, produção e qualidade do fruto. Portanto, a adubação consiste numa estratégia para assegurar o equilíbrio nutricional da cultura, visando maximizar as produtividades físicas, econômicas e de qualidade (RODRIGUES et al., 2013; SILVA et al., 2009; MALÉZIEUX; BARTHOLOMEW, 2003).

As informações presentes nas tabelas de recomendações de adubações dos principais Estados produtores do País, inclusive o Estado da Paraíba, sobre as doses de N e K não têm sido suficientes para suprir a necessidades de todos os nutrientes. Nas últimas décadas se têm aumentado pesquisas científicas sobre as repostas de novas e tradicionais cultivares de abacaxizeiro à adubação mineral, nas cultivares BRS Imperial (OLIVEIRA et al., 2015), Vitória (VILELA et al., 2015; CAETANO et al., 2015; CARDOSO et al., 2013; LEONARDO et al., 2013; SILVA et al., 2012); Pérola (RODRIGUES et al., 2010 e 2013); Gold MD2 (GUARÇONI e VENTURA, 2011).

No entanto, as doses testadas não consideram as recomendações presentes nos boletins dos diversos estados nordestinos. Nesse sentido, realizou-se este experimento objetivando avaliar o efeito da adubação nitrogenada e potássica sobre o crescimento vegetativo, o estado nutricional, a produção e a qualidade de infrutescências do abacaxizeiro 'Pérola', nas condições edafoclimáticas de Tabuleiro Costeiro do Estado da Paraíba.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

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.

CARDOSO, M.M.; PEGORARO, F.R.; MAIA, V.M.; KONDO, M.K.; FERNANDES, L.A. Crescimento do abacaxizeiro 'Vitória' irrigado sob diferentes densidades populacionais, fontes e doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 3, p.769-781, set. 2013.

FAOSTAT, FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E>>. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2016.

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

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

MALÉZIEUX, 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.

MARTINS, A.G.; VENTURA, J.A. Adubação N-P-K e o desenvolvimento, produtividade e qualidade dos frutos do abacaxi "Gold" (MD-2). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 4, p. 1367-1376, 2011.

MELO, A.S.; NETTO, A.O.A.; NETO, J. D.; BRITO, E.B.B.; ALMEIDA, P.R.; 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.; NATALE, W.; ROSA, R.C.C.; JUNGHANS, D.T. Adubação N-K no abacaxizeiro 'BRS Imperial' -II-efeito no solo, na nutrição da planta e na produção. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.37, n.3, p.764-772. 2015.

REIS. L.L.; TARSITANO. M.A.A.; HIRAKI. S.S.; BARDIVIESSO, D.M. Custo de produção e rentabilidade de abacaxizeiro cv. Pérola em cassilândia (ms), sob diferentes doses de potássio. **Journal Biosciense**, v. 28, n. 5, p. 725- 733, 2012.

RODRIGUES, A.A.; MENDONÇA, R.M.N.; SILVA, A.P.; SILVA, S.M. Nutrição mineral e produção de abacaxizeiro cv. Pérola em função das relações K/N. **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 'SmoothCayenne' 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.; 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.

SILVA, A.P.; ALVAREZ V., V.H.; SOUZA, A.P.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F.; DANTAS, J.P. Sistema de recomendação de fertilizantes e corretivos para a cultura do abacaxizeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.5, p.1269- 1280, 2009.

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

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.

## **CAPÍTULO I**

### **Nutrição mineral do abacaxizeiro ‘Pérola’ sob adubação nitrogenada e potássica**

## Nutrição mineral do abacaxizeiro 'Pérola' sob adubação nitrogenada e potássica

**Resumo** - As adubações nitrogenadas e potássicas são imprescindíveis para a produção de infrutescências de abacaxizeiro com qualidade comercial. Entretanto, as recomendações presentes nos boletins dos Estados Nordestinos não têm sido suficientes para suprir a demanda nutricional dos novos cultivares. Para o abacaxizeiro 'Pérola', muitos estudos têm utilizado doses maiores, porém sem adequação de aferição se as doses recomendadas são adequadas ao cultivar. Nesse sentido, objetivou-se avaliar a nutrição mineral do abacaxizeiro 'Pérola' sob adubação nitrogenada e potássica. O experimento foi conduzido no município de Alhandra, Estado da Paraíba, no período de janeiro de 2014 a março de 2015. O mesmo foi disposto em blocos casualizados, com três repetições e 30 plantas por parcela. Aos 150, 210, 300, 420 e 300 dias após o plantio foram avaliados: o índice SPAD, o teor de clorofila, e os teores de N, P e K na folha 'D' e no solo. Entre as doses de N e K<sub>2</sub>O houve interação, cujos teores de N e P nas folhas elevaram-se linearmente com o tempo (dias após o plantio), como também, os teores de P e K no solo. Para o índice SPAD ocorreu correlação significativa com os teores de clorofila, potássio e de nitrogênio. Desta forma, evidencia-se que o índice SPAD, pode ser usado para verificar o estado de nitrogênio na cultura do abacaxizeiro 'Pérola'.

**Palavras-chave:** *Ananas comosus* L. var. *comosus*, estado nutricional, folha 'D'.

## **Mineral nutrition of 'Pérola' pineapple under nitrogen and potassium fertilization**

**Abstract** - Nitrogen and potassium fertilizers are essential for the production of commercial grade pineapple infructes. However, the recommendations presented in the bulletins of the Northeastern States have not been enough to supply the nutritional demand of the new cultivars. For 'Pérola' pineapple, many studies have used larger doses, but without adequate gauging if the recommended doses are suitable for cultivation. In this sense, the objective was to evaluate the mineral nutrition of 'Pérola' pineapple under nitrogen and potassium fertilization. The experiment was conducted in the municipality of Alhandra, State of Paraíba, from January 2014 to March 2015. It was arranged in randomized blocks with three replicates and 30 plants per plot. At 150, 210, 300, 420 and 300 days after planting, the SPAD index, the chlorophyll content, and the N, P and K contents in leaf 'D' and soil were evaluated. There was an interaction between the doses of N and K<sub>2</sub>O. The N and P contents in the leaves rose linearly with time (days after planting), as well as the soil P and K contents. There was a significant correlation of SPAD index with chlorophyll, potassium and nitrogen contents. Thus, it is evident that the SPAD index can be used to verify the nitrogen status in the 'Pérola' pineapple crop.

**Key-words:** Ananas comosus L. var. comosus, nutritional status, leaf 'D'

## Introdução

O Brasil é um dos três produtores mundiais de abacaxi (*Ananas comosus* var. *comosus*), com uma produção estimada de 1,6 milhão de infrutescências e produtividade de 25,6 t ha<sup>-1</sup> (FAOSTAT, 2016). Esta produção encontra-se distribuída principalmente nas regiões Norte e Nordeste, sendo atualmente, o Estado da Paraíba o segundo maior produtor com uma produção de 283.362 toneladas, rendimento médio de 29.986 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2016).

O cultivo do abacaxizeiro, nesta região é realizado por pequenos produtores, em condições de sequeiro, utilizando-se o cultivar Pérola, destinada ao consumo “*in natura*” (Barreiro Neto, et al., 2013). Devido à elevada demanda nutricional da cultura, a nutrição é determinante para elevar a produtividade do abacaxizeiro (Jesus et al., 2014). Dessa forma, as adubações nitrogenada e potássica são essenciais para a produção de infrutescências de abacaxizeiro com qualidade comercial (Silva et al., 2006). No entanto, às recomendações presentes nos boletins dos Estados Nordestinos não têm sido suficientes para suprir a demanda nutricional dos híbridos lançados (Silva et al., 2009). Para o abacaxizeiro ‘Pérola’ em muitos estudos têm - se utilizado doses maiores, porém sem a adequada aferição se as doses recomendadas são suficientes às necessidades do cultivar.

Dentre os nutrientes minerais essenciais, o potássio e o nitrogênio são os mais requeridos pela cultura do abacaxizeiro, sendo o potássio é considerado o nutriente que interfere na qualidade dos frutos, uma vez que atua no metabolismo vegetal, como ativador de várias enzimas durante a fotossíntese e, também na abertura e fechamento estomáticos (Marschner, 2012).

O nitrogênio é o segundo nutriente mais exigido pelo abacaxizeiro, o qual é constituinte de vários componentes das células, a exemplo dos aminoácidos, proteína, amidas, ácido nucléico e coenzimas; sendo indispensável para a síntese de clorofila, molécula envolvida na fase luminosa da fotossíntese, portanto, sua deficiência inibe o crescimento vegetal (Taiz e Zeiger, 2013).

O teor de clorofila no final da fase vegetativa tem sido relacionado com o estado nutricional de N de várias culturas, incluindo o abacaxizeiro. No entanto, o método de extração e determinação da clorofila em laboratório, apesar de fácil, conta com algumas limitações, tais como gasto de tempo, a coleta destrutiva do material, a extração via maceração com acetona e a leitura com espectrofotômetro (Ferreira et al., 2006).

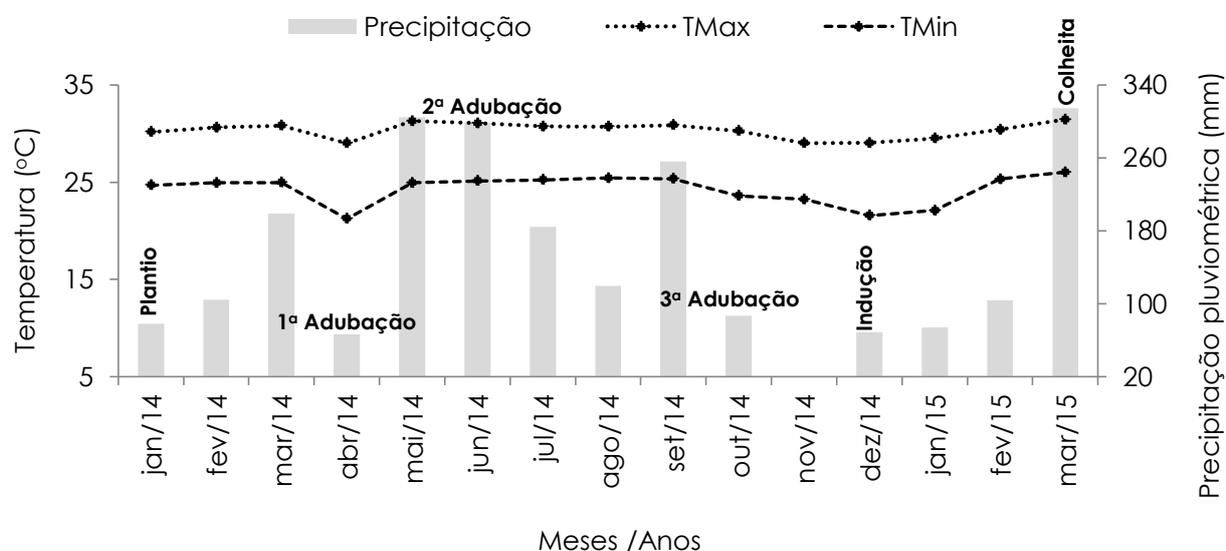
Contudo, a determinação da cor verde pode ser realizada de maneira rápida por meio de clorofilômetro SPAD-502, o qual é um instrumento portátil que proporciona leituras instantâneas, de maneira não destrutiva, sendo uma alternativa para avaliar o estado de N da planta em tempo real, pelo fato de haver correlação significativa entre a intensidade do verde e o teor de clorofila com a concentração de N na folha (Fontes e Araújo, 2007).

A eficiência prática do uso do clorofilômetro SPAD-502 para diagnosticar em tempo real o estado de nitrogênio das plantas tem sido demonstrado em diversas frutíferas, como noqueira-pecã (Hardin et al., 2012), citros (Souza et al., 2011) e abacaxizeiro 'Vitória' (Leonardo et al., 2013, Couto et al., 2014), entre outras.

Diante do exposto, objetivou-se avaliar as quantidades de N e K dos boletins de recomendações para os Estados do Nordeste são adequados para nutrição do abacaxizeiro 'Pérola' sob adubação nitrogenada e potássica.

## Material e Métodos

Este experimento foi realizado em condições de campo no período de janeiro de 2014 a março de 2015, na fazenda São Pedro, município de Alhandra, Estado da Paraíba, localizada nas coordenadas geográficas 7° 21,9' 43" S e 34° 56,1' 93" W com altitude de 49 m. O clima predominante na região é As' (quente e úmido) segundo a classificação de Köpen (1948) e as condições meteorológicas de acordo com a AESA (2016) são: médias das temperaturas máxima e mínima e precipitação de 1.677 e 1.787 mm, conforme dados da Figura 1.



**Figura 1.** Precipitação pluviométrica e temperaturas máximas e mínimas registradas durante o período experimental no município de Alhandra - PB, 2017

O solo da área experimental está classificado como Neossolo Quartzarênico (Embrapa, 2006). Antes da instalação do experimento realizou-se a coleta do solo na profundidade de 0-20 cm, que tinha as seguintes características químicas: pH em água (1:2,5) - 4,5; P - 14,60 mg dm<sup>3</sup>; K<sup>+</sup> - 47,71 mg dm<sup>3</sup>; Na<sup>+</sup> - 0,06; H<sup>+</sup> + Al<sup>+3</sup> - 6,77; Al<sup>+3</sup> - 0,40; Ca<sup>+2</sup> - 1,70; Mg<sup>+2</sup> - 0,56; SB - 2,44; CTC - 9,21 (todos em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) e M.O - 22,38 g kg<sup>-1</sup>. Na análise granulométrica constatou-se 927, 44 e 29 g kg<sup>-1</sup>, de areia, silte e argila, respectivamente, situando-se na classe textural areia (Embrapa, 2013).

### **Delineamento experimental e tratamentos**

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com três repetições, cuja unidade experimental foi constituída por 100 plantas, sendo considerada como área útil as 50 plantas centrais.

Os tratamentos foram dispostos conforme a matriz Plan Puebla III modificada (Turrent e Laird, 1975). Para compor a dose média se verificou a maior dose do nutriente recomendada nos boletins técnicos dos estados do Nordeste para o abacaxizeiro. Sobre esta foi acrescido 20% e calculada a dose média do nutriente esta foi então aplicada na matriz, obtendo-se as doses de N e K utilizadas no estudo. Portanto, para o experimento utilizou-se cinco doses de N (30; 180; 300; 420; 570 kg ha<sup>-1</sup>) e cinco de K<sub>2</sub>O (30; 180; 300; 420; 570 kg ha<sup>-1</sup>), conforme descrito na Tabela 1.

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos quanto às doses de nitrogênio e potássio, aplicadas no cultivo do abacaxizeiro 'Pérola'

Tratamentos	Níveis		N	K <sub>2</sub> O
	N	K		
1	-0,4	-0,4	180	180
2	-0,4	0,4	180	420
3	0,4	-0,4	420	180
4	0,4	0,4	420	420
5	0,0	0,0	300	300
6	-0,9	-0,4	30	180
7	0,9	0,4	570	420
8	-0,4	-0,9	180	30
9	0,4	0,9	420	570
10	-0,9	-0,9	30	30

### Instalação e condução do experimento

No mês de janeiro de 2014, após as operações de preparo do solo que constou de limpeza, gradagem e abertura de covas de plantio, foram utilizadas mudas do tipo filhote do cultivar 'Pérola', provenientes da Fazenda São Pedro. As mesmas foram selecionadas quanto aos aspectos sanitários e padronizadas em relação ao tamanho, ficando com 50 cm, posteriormente, Em seguida, estas foram submetidas à cura por 15 dias. Posteriormente, foram plantadas em condições de sequeiro, no sistema de fileira simples, com espaçamento de 0,80 m x 0,30 m.

As fontes de N, P e K utilizadas foram, respectivamente, uréia (45% N), superfosfato simples (18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e cloreto de potássio (60% K<sub>2</sub>O). As doses de nitrogênio (N) e potássio (K) foram parceladas em três aplicações, realizadas aos 90, 180 e 270 dias após o plantio (DAP), aplicadas na axila das folhas basais (folha

A). A adubação com fósforo (P) foi realizada em dose única (11,83 g/planta) no solo, próximo à base da planta aos 60 dias após o plantio (DAP) conforme Rodrigues et al. (2013).

As plantas receberam, ainda, adubações foliares com B (4 kg ha<sup>-1</sup> de bórax), Fe (4 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato ferroso), Cu (2 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de cobre) e Zn (2 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de zinco) a partir dos quatro meses, em intervalos de dois meses, até o décimo mês após o plantio de acordo com Oliveira et al. (2002). Durante o experimento foram realizadas as práticas culturais usuais empregadas na abacaxicultura, a fim de garantir condições adequadas de limpeza e de sanidade às plantas.

A indução floral foi realizada no décimo mês após o plantio, mediante aplicação do carbureto de cálcio, na forma sólida, em pedras com peso médio de 0,5 g/planta em aplicação única, às 16 horas e 30 minutos com auxílio de um funil de tubo prolongado, colocado no meristema apical.

Para avaliar o efeito da adubação nitrogenada e potássica sobre a nutrição mineral da folha 'D' foram coletadas aos 150, 180, 270 e 300 dias após o plantio, sete folhas 'D' em cada unidade experimental (Rodrigues et al., 2013). Nas referidas amostras foram determinadas a massa da matéria fresca e retiradas sub amostras para determinar os teores de N, P e K (Tedesco et al., 1995).

Determinou-se, nas datas supracitadas o índice SPAD com aparelho SPAD-502 (Konica Minolta®), realizando leituras em seis pontos na porção mediana de cada folha. Posteriormente, foi realizada a extração da clorofila, pelo método de Bruinsma (1963), utilizando-se acetona 80% (10 mL por amostra), em aproximadamente 0,5 g da amostra, que foi macerada por 1 minuto e depois filtrada. A absorvância da clorofila foi medida a 652 nm, após meia hora do início

da extração, utilizando um espectrofotômetro. Os teores de clorofila total foram determinados em mg/100g, seguindo a equação de Engel e Poggiani (1991).

**Clorofila total** =  $A_{652} \times 1000 \times V/1000W/ 34,5 \times 100$ , em que

A = absorvância no comprimento de onda indicado;

V = volume final do extrato clorofila acetona e

W = matéria fresca (gramas) do material vegetal utilizado.

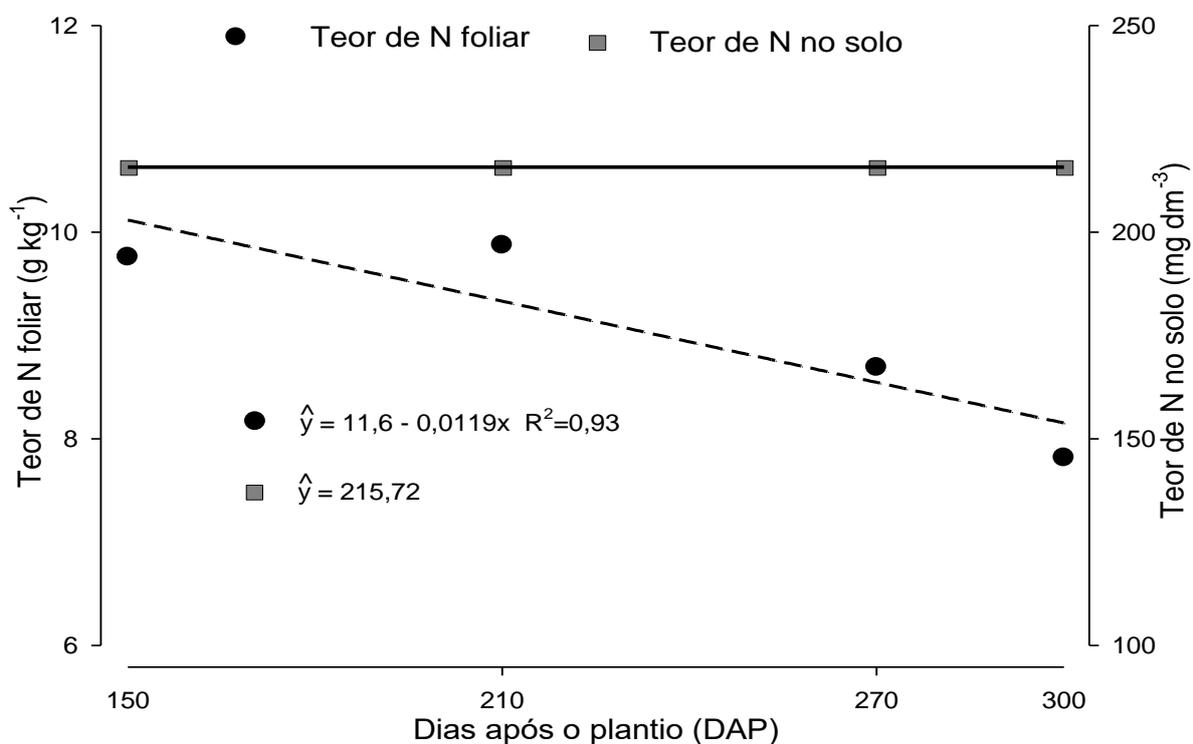
Para avaliar os efeitos dos tratamentos nas características de fertilidade do solo foram coletadas também aos 150, 210; 270 e 300 dias após o plantio, amostras de solo na profundidade de 0-20 cm (Rodrigues et al., 2013). Em cada unidade experimental foram coletadas cinco amostras simples para formar uma composta, sendo duas amostras coletadas entre plantas, duas amostras na base das plantas e uma amostra entre as linhas de plantio, nas quais foram determinados os teores de N, P e K (Embrapa, 1997).

### **Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância e para avaliar o efeito das doses de N e K e dias após o plantio foi utilizada a técnica de superfície de resposta, realizando-se análise de regressão polinomial para o efeito principal e a interação, testando-se até nível quadrático. A significância foi considerada até 5% de probabilidade e coeficiente de determinação ( $R^2$ ) acima de 50%. Realizaram-se também análises de componentes principais (ACP) para correlacionar as características que foram mais influenciadas pelos tratamentos aplicados e análise de Cluster para agrupar os tratamentos com similaridade em relação às características estudadas, em que utilizou-se o Sistema de Análise Estatística versão 9.3 (2011) para as análises.

## Resultados e Discussão

Analisando os teores de N no solo no cultivo de abacaxizeiro 'Pérola' (Figura 2), observa-se que as doses de N, K e as épocas de avaliações não influenciaram o teor de nitrogênio no solo, obtendo-se valor médio estimado de 215,72 mg dm<sup>-3</sup> de N (Tabela 2). Esse baixo teor de N no solo pode ser atribuído as variações pluviométricas (Figura 1) ocorridas nas épocas de adubações, tendo em vista, que o abacaxizeiro absorve o N preferencialmente na forma de nitrato (NO<sup>3-</sup>), o que pode ter ocasionado lixiviação, influenciando, assim a absorção e a utilização do nutriente durante o período de crescimento vegetativo da cultura.



\*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Figura 2.** Teores de nitrogênio na folha 'D' e no solo cultivados com abacaxizeiro 'Pérola', em diferentes épocas de avaliações

**Tabela 2.** Valores médios dos teores de nutrientes no solo e na folha 'D' do abacaxizeiro 'Pérola' em função da adubação nitrogenada e potássica

Teores	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
	-----mg dm <sup>-3</sup> -----		
No solo	215,72	11,18	51,36
	-----g kg <sup>-1</sup> -----		
Na planta	8,86	0,11	13,71

O teor de N no solo obtido nessa pesquisa, encontra-se abaixo dos valores observados por Silva (2015) ao estudar o efeito de diferentes fontes orgânicas, na presença e ausência da prática de adubação verde, na cultura do abacaxizeiro 'Vitória', obtendo teor de N no solo de 0,05 dag kg<sup>-1</sup> ou 500 mg dm<sup>-3</sup> aos 300 dias após o plantio (DAP). No entanto, o mesmo autor observou ausência de efeito significativo das doses de N e K, sobre os seus teores no solo, resultado semelhante ao desse trabalho.

Os dados referentes ao teor foliar de nitrogênio em relação às épocas de avaliações estão na Figura 2, pelos quais observa-se que o teor foliar de N ajustou-se ao modelo linear de regressão, registrando teor de 9,83 g kg<sup>-1</sup> de N aos 300 dias após o plantio (DAP). Também, constatou-se que as doses de N e K não interferiram no teor foliar de N, sendo estimado teor médio de 8,86 g kg<sup>-1</sup> de N (Tabela 2).

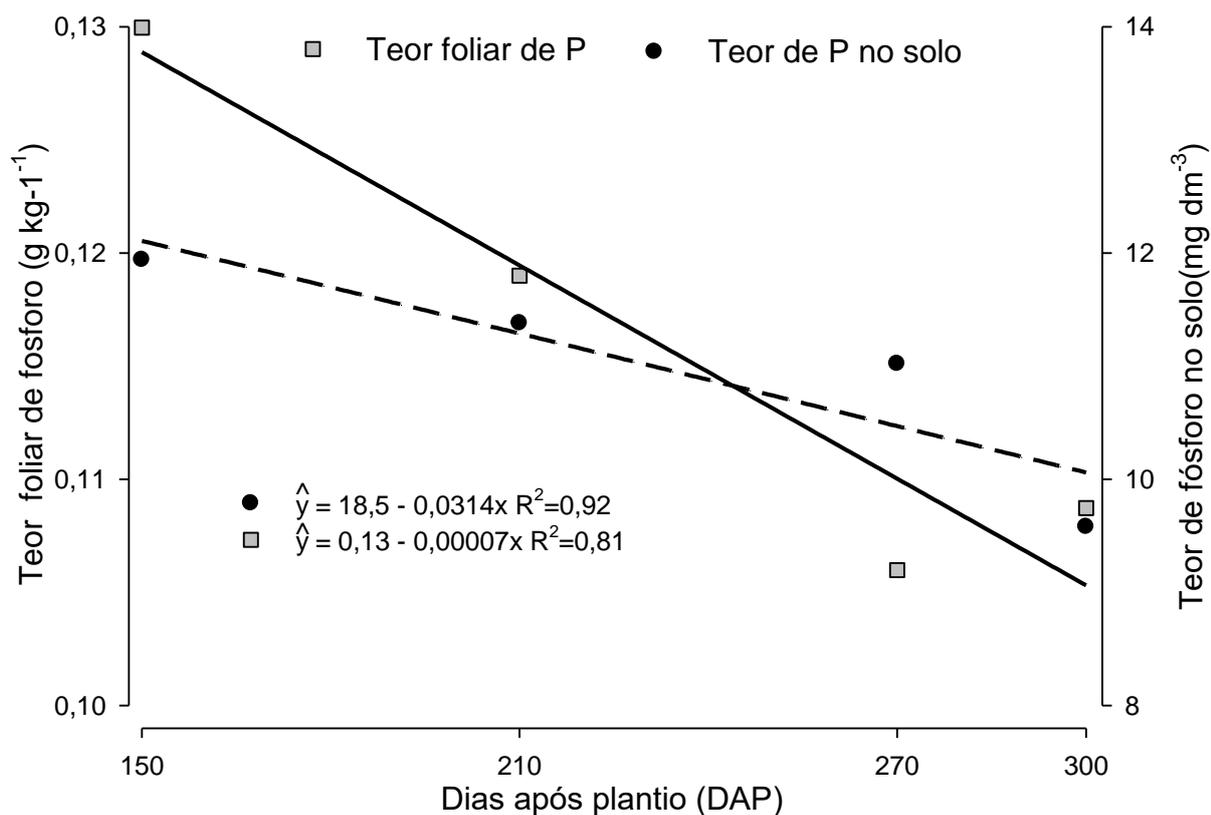
A ausência de efeito significativo das doses de N e K, verificados neste trabalho, estão de acordo com os resultados obtidos por Souza et al. (2002) e Rodrigues (2009) ao verificarem ausência de efeito das doses de K e/ou N sobre os teores foliares de N em abacaxizeiro. Contudo, o maior teor foliar de N obtido aos 300 dias após o plantio (DAP) não está de acordo com o segundo autor citado anteriormente, o qual verificou, aos oito meses após o plantio (MPA) teores de 10,8 g kg<sup>-1</sup> de N.

A avaliação do estado nutricional do abacaxizeiro pode ser determinada tradicionalmente por meio dos teores foliares na folha 'D' em várias fases fenológicas, principalmente, na época da indução floral porque é o período que antecede a maior demanda nutricional da cultura (Cunha, 1999).

Os teores adequados dos nutrientes no abacaxizeiro estão entre 15 a 17 g kg<sup>-1</sup> de N (Malézieux e Bartholomew, 2003), nesse sentido o teor foliar na folha 'D' aos 300 dias após o plantio (Figura 2) está abaixo do recomendado pelo autor citado. No entanto, o mesmo autor relatou que o limite mínimo de N exigido pela cultura é de 8 g kg<sup>-1</sup>, condição que ocorreu durante o período de avaliação, apesar desse baixo teor obtido na pesquisa.

O teor máximo acumulado de N concentrado aos 300 dias após o plantio (Figura 2), pode ser justificado pelo fato de que nesse período ocorre maior requerimento de nutrientes pela cultura, em virtude da intensificação do crescimento vegetativo.

Para o teor de fósforo no solo (Figura 3), observa-se que as doses de nitrogênio, potássio e as épocas de avaliações, mais uma vez, não interferiram no mesmo com valor médio de 11,18 mg dm<sup>-3</sup> de P (Tabela 2).



\*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Figura 3.** Teores de fósforo na folha 'D' e no solo cultivados com abacaxizeiro 'Pérola', em diferentes épocas de avaliações

Os resultados desta pesquisa assemelham-se aos obtido por Silva (2009), ao verificar ausência do efeito das doses de N sobre os teores de P no solo para cultivar de abacaxizeiro 'Vitória'. Leonardo et al. (2013) estudando o cultivar 'Vitória' em função da adubação nitrogenada com ureia e cama de frango, constataram a ausência de efeito significativo das doses de N (0, 5, 10, 15 e 20 g planta<sup>-1</sup>) em relação aos teores de P no solo.

Pelos dados da Figura 3, verifica-se que houve efeito significativo nas épocas de avaliações em relação ao teor foliar de fósforo, ajustando-se ao modelo linear de regressão, registrando teor foliar de 8,03 g kg<sup>-1</sup> de P, aos 300 dias após o plantio

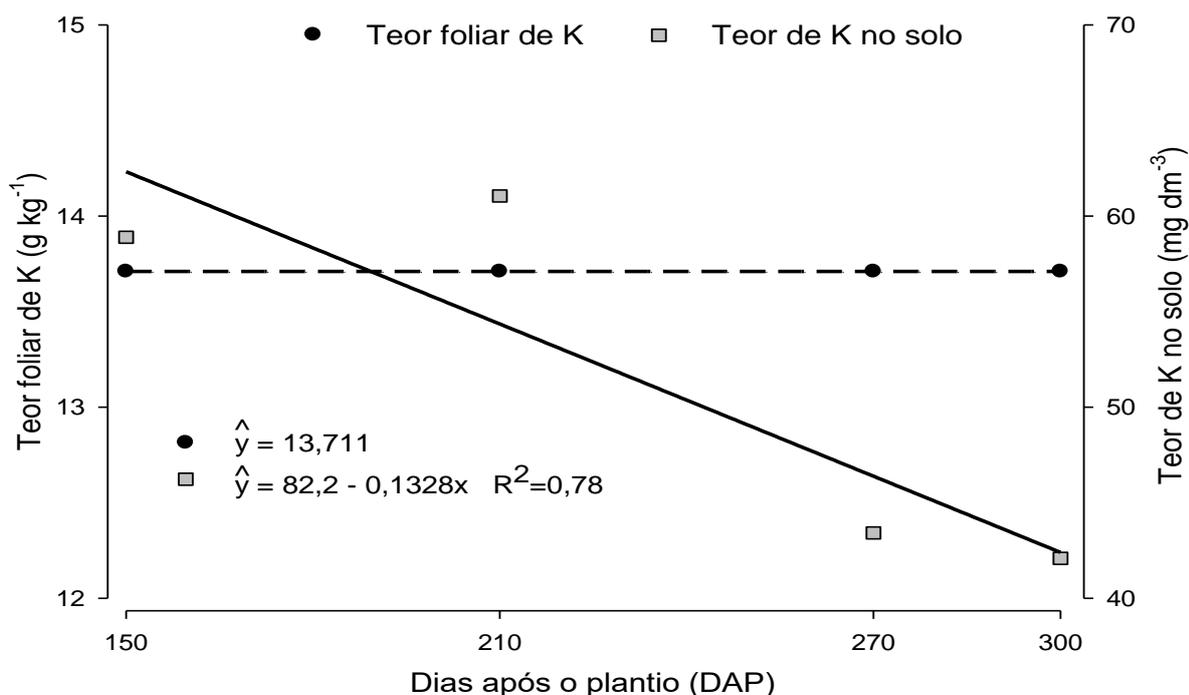
(DAP). No entanto, o teor foliar de P não foi influenciado pelas doses de N e K, obtendo-se valor médio estimado de  $0,11 \text{ g kg}^{-1}$  (Tabela 2).

A ausência de efeitos entre os teores de P em função das doses de N e K, observadas neste trabalho estão de acordo com os resultados obtidos por Rodrigues (2009) que verificou ausência de efeitos das doses de K nas amostragens realizadas aos quatro e oito meses após o plantio (map) sobre os teores de P na folha 'D' do cultivar Pérola. Enquanto, Souza et al. (2002), observaram ausência de efeito dos tratamentos sobre os teores foliares de P no abacaxizeiro 'Pérola', ao estudarem diferentes doses de K (0, 4, 8, 12, 16 e 20 g de  $\text{K}_2\text{O}$ /planta/ciclo).

O teor de P na folha 'D' de abacaxizeiro 'Pérola' obtido nesta pesquisa encontra-se abaixo dos valores críticos de P na folha 'D' recomendados por Malézieux e Bartholomew (2003), que é de  $1,0 \text{ g kg}^{-1}$ , podendo esse fato ser atribuído ao baixo teor de P no solo por ocasião do plantio, bem como a baixa precipitação ocorrida nas épocas de avaliações na área experimental, o que pode ter prejudicado o processo de translocação e absorção pela planta.

Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2012), ao estudarem o efeito das doses de nitrogênio em solos de tabuleiro costeiro da Paraíba, em distintas épocas de crescimento no cultivo do abacaxizeiro 'Vitória' e observaram maiores teores de P aos 300 dias após o plantio (DAP), ocorrendo decréscimo até 420 (DAP), época da indução floral.

Os dados do teor de potássio no solo ajustaram-se ao modelo linear de regressão, ocorrendo redução do teor até  $42,36 \text{ mg dm}^{-3}$ , aos 300 dias após o plantio (Figura 4). Entretanto, não houve efeito significativo das doses de N, K e das épocas de avaliações no teor de potássio no solo, sendo obtido teor médio de  $51,36 \text{ mg dm}^{-3}$  do referido nutriente (Tabela 2).



\*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Figura 4.** Teores de potássio na folha 'D' e no solo cultivados com abacaxizeiro 'Pérola', em diferentes épocas de avaliações

De forma semelhantes, Souza (2010) e Rodrigues (2009) constataram redução dos teores de K no solo com o aumento da idade das plantas, e atribuíra os resultados a intensificação do crescimento, a maior absorção do nutriente pela planta, e a perda de adubo por lixiviação. Entre os cátions, o potássio de maneira geral é o macronutriente encontrado em menor e maior concentração no solo e na planta, respectivamente, o que pode ser explicado pela maior absorção do K pelas plantas quando comparado com outros cátions (Oliveira et al., 2001).

O critério para avaliar a disponibilidade do nutriente da cultura do abacaxizeiro, segundo Malézieux e Bartholomew (2003) é o teor de K no solo, sendo recomendado teor de  $150 \text{ mg dm}^{-3}$  no momento do plantio, que é satisfatório para

cultura, porém níveis abaixo de  $60 \text{ mg dm}^{-3}$  no solo pode ocasionar sintomas de deficiência na planta. Diante disto, constatou-se que o teor de potássio no solo, na ocasião do plantio ( $47,71 \text{ mg dm}^{-3}$ ) do abacaxizeiro 'Pérola' não está dentro do recomendado pelo autor supracitado. Ainda assim, não verificou-se sintomas visuais de deficiências nutricionais nas plantas durante o ciclo da cultura, fato que pode ser justificado pelo parcelamento das doses de durante a execução do experimento, o que não comprometeu o desenvolvimento do abacaxizeiro.

Ainda de acordo com os dados da Figura 4, referentes ao teor foliar de potássio observou-se que tanto as doses de N e K, como as épocas de avaliações não influenciaram o teor foliar de potássio, estimando-se teor de  $13,71 \text{ g kg}^{-1}$  de potássio (Tabela 2).

Os teores de K considerados adequados por Malézieux e Bartholomew (2003), dentro da faixa de  $22$  a  $30 \text{ g kg}^{-1}$  de potássio para o abacaxizeiro. Neste contexto, observou-se que o resultado deste trabalho, encontra-se abaixo da faixa considerada adequada, induzindo as plantas à condição de deficiência deste macronutriente, o que pode estar relacionado ao déficit hídrico devida à baixa precipitação durante o período de crescimento vegetativo da cultura, visto que, o teor inicial de potássio no solo encontrava-se baixo.

O índice SPAD na folha 'D' de abacaxizeiro 'Pérola' foi influenciado pelas doses de N e  $\text{K}_2\text{O}$  e dias após o plantio (Figura 5), Verificando-se crescimento linear no valor do índice, com a elevação das doses de nitrogênio na menor dose de potássio (Figura 5 A), mas ocorreu decréscimo com a elevação das doses de  $\text{K}_2\text{O}$ , cujo comportamento foi observado em todas as épocas (Figura 5 A a D), embora tenham diminuído em valor do índice com os dias após o plantio (DAP).

Na presente pesquisa, o índice SPAD foi influenciado pelas doses de N, K aplicadas e as épocas de avaliação, estando o valor de 61,63 unidade de SPAD acima do obtido por Leonardo et al. (2013). Fato que pode estar relacionado ao nitrogênio, uma vez que esse elemento faz parte dos componentes essenciais, como os aminoácidos e proteínas, ácidos nucleicos, hormônios, sendo necessário para síntese de clorofila, cuja molécula está envolvida na fase luminosa da fotossíntese (Taiz e Zeiger, 2013).

O teor de clorofila correlaciona-se de forma positiva com o teor de N na planta, cuja relação deve ser atribuída, principalmente, ao fato de que 50 a 70% do N total das folhas fazem parte de enzimas que estão associadas aos cloroplastos (Reinbothe et al., 2010). Em estudo realizado entre o teor de clorofila com índice SPAD na folha 'D' de abacaxizeiro 'Vitoria' em função da adubação nitrogenada, Leonardo et al. (2013) observaram que o índice SPAD variou em função da aplicação de N com esterco de frango e fonte mineral na forma de ureia, obtendo os valores de 55,26 e 44,68 nas doses de 16,37 e 200,96 g planta<sup>-1</sup> de uréia e cama de frango, respectivamente.

O clorofilômetro SPAD, Segundo Sant'ana et al. (2010) permite estimar adequadamente a concentração de N nas folhas das plantas, contribuindo para a diminuição da sub ou superutilização de adubos nitrogenados, visando manejo da fertilização nitrogenada.

De acordo com os dados da Tabela 3, observa-se que para o índice SPAD houve apresentação correlação positiva com os teores de clorofila, nitrogênio e fósforo na folha 'D' e que o teor de clorofila se correlacionou positivamente com os três macronutrientes avaliados.

No entanto, Leonardo et al. (2013) estudando o teor de clorofila e índice SPAD em função da adubação nitrogenada constatou correlação forte e positiva do índice SPAD com o teor de clorofila total ( $r=0,91$ ) para o abacaxizeiro 'Vitória'. Em experimento com outras espécies, Coelho et al. (2012) e Errecart et al. (2012) constataram correlação entre N e índice SPAD, fato também observado no presente ensaio.

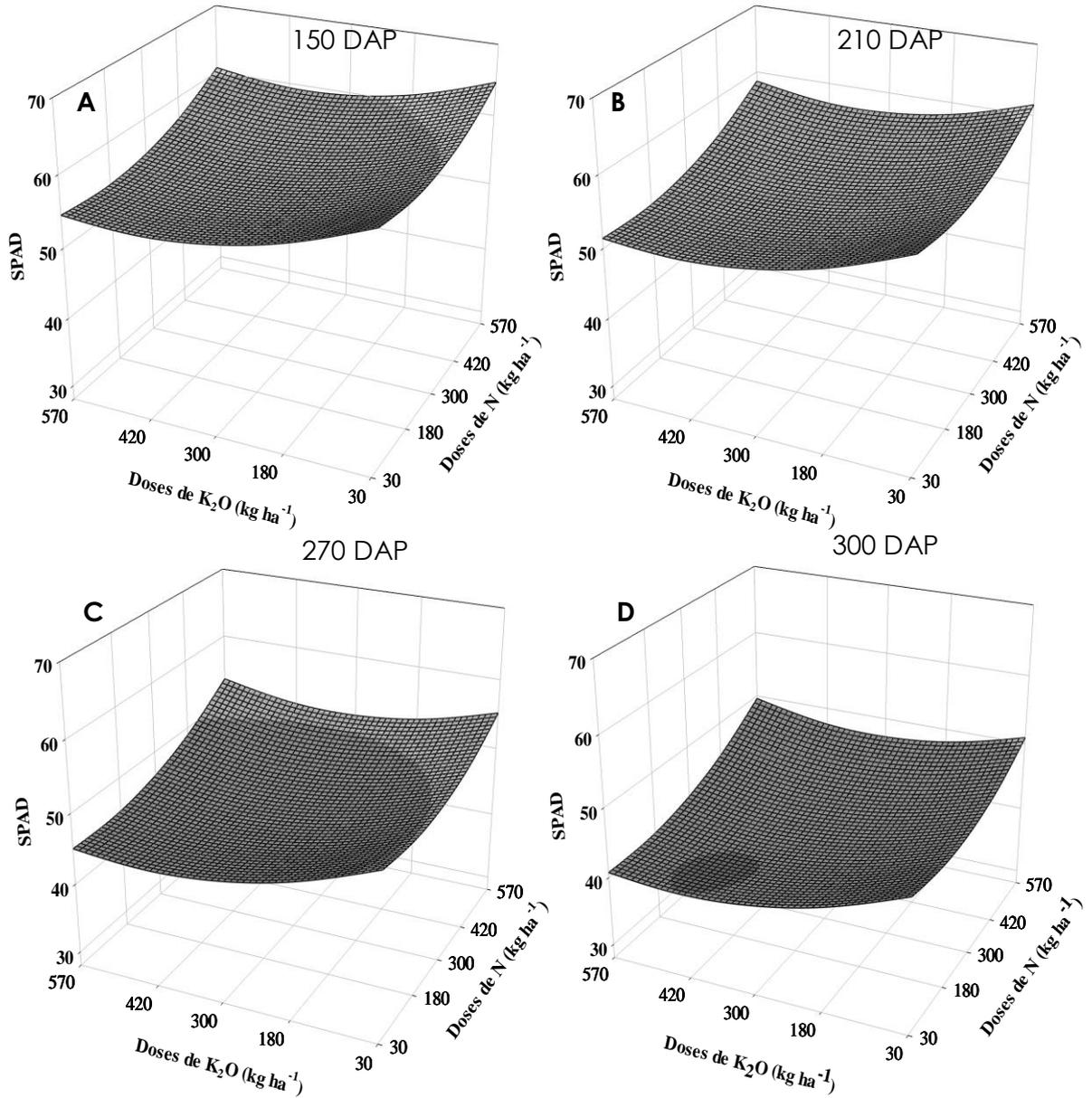
**Tabela 3.** Análise de correlação linear de Pearson entre as variáveis índice SPAD, teores de clorofila ( $\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ ), nitrogênio ( $\text{g/Kg}$ ), fósforo ( $\text{g/Kg}$ ) e potássio ( $\text{g/Kg}$ ) na folha 'D' de plantas do abacaxizeiro 'Pérola'

	<b>SPAD</b>	<b>CLOR_ (<math>\text{mg } 100\text{g}^{-1}</math>)</b>	<b>N_g/Kg</b>	<b>P_g/Kg</b>	<b>K_g/Kg</b>
<b>SPAD</b>					
<b>CLOR_ (<math>\text{mg } 100\text{g}^{-1}</math>)</b>	0,2013**				
<b>N_g/Kg</b>	0,1367**	0,6801**			
<b>P_g/Kg</b>	0,1449**	0,7510**	0,8821**		
<b>K_g/Kg</b>	-0,0448 <sup>ns</sup>	0,6254**	0,7762**	0,7313**	

<sup>ns</sup>, não significativo e \*\*significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

$$\hat{y} = 57,1 - 0,016036N + 0,000037N^2 - 0,037797K + 0,000042K^2 + 0,103334D - 0,0004373D^2 + 0,0000006N \times K \times D$$

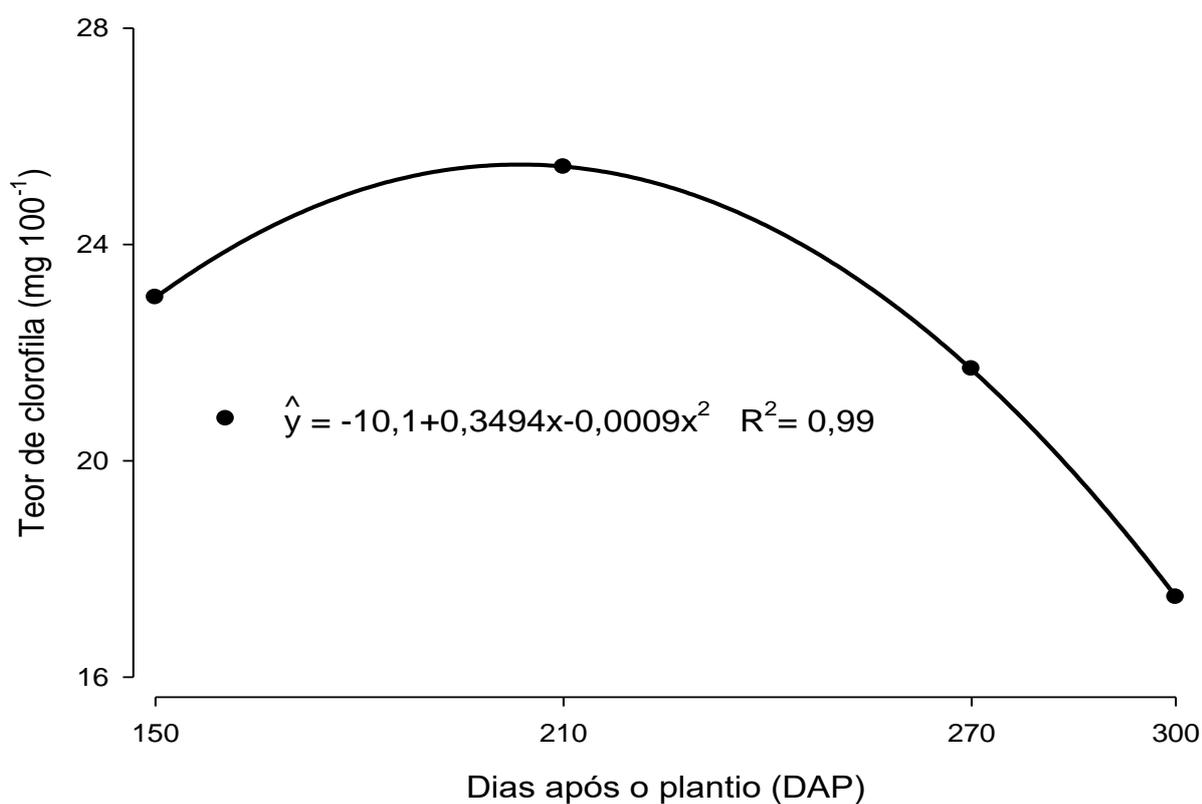
R<sup>2</sup> = 0,90



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

**Figura 5.** Índice SPAD na folha 'D' do abacaxizeiro 'Pérola' em função das doses de nitrogênio e potássio aos 150 'A'; 210 'B'; 270 'C' e 300 'D' dias após o plantio

Na Figura 6 encontram-se os dados referentes aos teores de clorofila, pelos quais observa-se que o teor de clorofila foi influenciado pelos dias após o plantio (DAP), ajustando-se ao modelo quadrático de regressão, obtendo-se teor de clorofila de 23,81 mg 100g<sup>-1</sup>, aos 194 dias após o plantio (Figura 6), com decréscimo posterior. As doses de N e K não afetaram os teores de clorofila, sendo estimado um teor médio de 21,91 mg 100g<sup>-1</sup>.



\*: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Figura 6.** Teor de clorofila na folha 'D' do abacaxizeiro 'Pérola', em diferentes épocas de avaliações

A ausência do efeito das doses de N em função do teor de clorofila (Figura 6) constatado nesse trabalho está de acordo com Leonardo et al. (2013) ao estudar o efeito das doses de N sobre os teores de clorofila na folha 'D' de abacaxizeiro 'Vitória', quando observou que não houve ajuste do modelo de regressão testado, cujo teor de clorofila foi de 20,2 mg g<sup>-1</sup>. Contudo, Godoy et al. (2008) e Reis et al. (2006) verificaram aumentos nos teores de clorofila do abacaxizeiro em função da elevação das doses de N.

Para o teor de clorofila verificou-se correlação positiva com o teor de nitrogênio na folha 'D' (Tabela 2), indicando que o teor de clorofila pode ser usado para verificar o estado nutricional do abacaxizeiro 'Pérola', o que também foi verificado por Leonardo et al. (2013) para a cultivar Vitória.

Nas últimas décadas o teor relativo de clorofila na folha 'D' tem sido muito utilizado, principalmente por fundamentar-se na correlação positiva entre o teor de clorofila e o teor de nitrogênio na planta com o rendimento das culturas. Essa relação deve-se ao fato de que 50 a 70% do N total das folhas fazem parte de enzimas que estão associadas aos cloroplastos (Singh et al., 2010).

Resultados similares foram observados para goiabeira (Dias et al., 2012) e abacaxizeiro 'Vitória' (Leonardo et al., 2013), para quais houve correlação positiva entre o índice de clorofila e o teor de N nas folhas e também com a produção de matéria seca, indicando que a medida indireta da clorofila é adequada para a avaliação do estado nutricional em relação ao nitrogênio.

Dessa forma, o decréscimo no teor de clorofila com os dias após o plantio (DAP), é decorrente da redução do teor de N nas folhas a partir do crescimento da planta. Portanto, a correlação positiva entre o índice SPAD, os teores de N e de clorofila presente nas folhas do abacaxizeiro 'Pérola', indicam que o aparelho

pode ser usado para mensurar, de forma não destrutiva, o estado nutricional em nitrogênio do cultivar supracitada.

### **Componentes principais e análise de cluster**

A análise de componentes principais (ACP) foi utilizada para resumir as características avaliadas, de forma a permitir identificar dois componentes principais, que juntos representam 73,8% da variância total das características originais. O primeiro componente (CP1) foi responsável por 49,9% da variação e o segundo (CP2) por 23,8% (Tabela 4). Para o CP1, as principais variáveis que explicaram a variabilidade entre os tratamentos foram clorofila; potássio no solo e na planta e fósforo no solo e na planta. Para o CP2, a principal característica que explica a variabilidade foi índice SPAD, nitrogênio no solo e na planta e fósforo no solo.

**Tabela 4.** Autovetores de dois componentes principais (CP1 e CP2) de variáveis relacionadas com a nutrição mineral do abacaxizeiro 'Pérola' em função da adubação nitrogenada e potássica

Características	Autovetores	
	CP1	CP2
SPAD	0,1078	<b>0,4312</b>
CLOR mg g <sup>-1</sup>	<b>0,2828</b>	-0,0231
N_g kg	-0,2079	<b>0,2807</b>
P_g kg	<b>0,329</b>	0,0301
K_g kg	<b>-0,2884</b>	-0,0098
N_mg dm <sup>3</sup>	-0,2058	<b>0,3269</b>
P_mg dm <sup>3</sup>	0,2086	<b>0,3423</b>
K_mg dm <sup>3</sup>	<b>0,2793</b>	0,0063
<b>Autovalores</b> ( $\lambda$ )	3,998	1,908
<b>VE</b> (%)	49,9	23,8
<b>VA</b> (%)	49,9	73,8

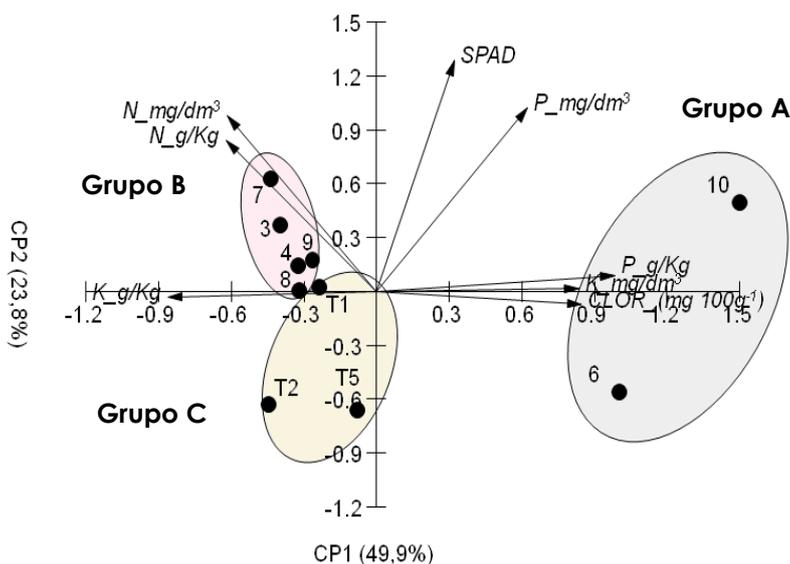
SPAD = índice SPAD; CLOR mg g<sup>-1</sup> = teor de clorofila; N\_g kg = teor de nitrogênio; P\_g kg = teor de fósforo na planta; K\_g kg = teor de potássio na planta; N\_mg dm<sup>3</sup> = teor de nitrogênio no solo; P\_mg dm<sup>3</sup> = teor de fósforo no solo; K\_mg dm<sup>3</sup> = teor de potássio no solo;  $\lambda$  = Autovalores; **VE** = variância explicada; **VA** = variância acumulada.

Os autovetores das variáveis em relação às características da nutrição mineral de abacaxizeiro 'Pérola', adubadas com diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O encontrasse na Figura 7. A partir de semelhanças observadas nas características de abacaxizeiro 'Pérola', os tratamentos aplicados foram separados em três grupos. Nos tratamentos T6 e T10 (grupo A) constatou-se os maiores valores de clorofila, potássio no solo e fósforo na planta, demonstrando scores maiores e positivos. Neste grupo há combinação das doses de 570 com 420 e 130 com 30 kg ha<sup>-1</sup> de N e K<sub>2</sub>O, cujas relações foram 1,35:1 e 6,0:1, respectivamente.

A combinação de nitrogênio e potássio, que incluíram os tratamentos T3, T4, T7, T8 e T9 (grupo B) que agrupou as combinações 420 com 180; 420 com 420; 570 com 420; 180 com 30 e 420 com 570 kg ha<sup>-1</sup> de N e K<sub>2</sub>O, tiveram scores positivo elevados de nitrogênio no solo e nitrogênio na planta.

Por sua vez, os tratamentos T1, T2 e T5 (grupo C) relacionaram-se com valores negativos no eixo CP2 e agruparam combinações 180 com 180; 180 com 420 e 300 com 300 kg ha<sup>-1</sup> de N e K<sub>2</sub>O, correspondentes às relações de 0,42:1,0:1,0, respectivamente, proporcionando menores teores de potássio na planta.

**Figura 7.** Autovetores das variáveis relacionadas com nutrição mineral do abacaxizeiro 'Pérola' e scores de dois componentes principais (CP1 e CP2)



Os tratamentos (1-10) correspondentes a combinações de N e K<sub>2</sub>O (kg ha<sup>-1</sup>) aplicados como T1 = 180: 180, T2 = 180: 420, T3 = 420: 180, T4 = 420: 420, T5 = 300: 300, T6 = 30: 180, T7 = 570: 420, T8 = 180: 30, T9 = 420: 570 e T10 = 30: 30.

## Conclusões

- 1- As demandas por N e K do cv. 'Pérola' são maiores que as doses aplicadas neste estudo;
- 2- O índice SPAD pode ser usado na determinação do estado nutricional em N para o abacaxizeiro 'Pérola'.

## Referências

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

BARREIRO NETO, M.; LACERDA, J.T.; SOUSA, K.A.; FRANCO, C.F.O.; LEITE, G.M. Análise socioeconômica da produção de abacaxi e relacionamento do produtor com o meio ambiente. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 7, p.33-37, 2013.

BRUINSMA, J. The quantitative analysis of chlorophylls A and B plant extracts. **Photochemistry and Photobiology**, v. 2, p. 241-249, 1963.

COELHO, F.S.; FONTES, P.C.R.; FINGER, F.L; CECON, P.R. Avaliação do estado nutricional do nitrogênio em batateira por meio de polifenóis e clorofila na folha. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p. 584-592, 2012.

COUTO, T.R.; SILVA, J.R.; TORRES NETTO, A.; CARVALHO, V.S.; CAMPOSTRINI, E. Eficiência fotossintética e crescimento de genótipos de abacaxizeiro cultivados in vitro em diferentes qualidades de luz, tipos de frasco de cultivo e concentrações de sacarose. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.6, p. 59-466, 2014.

CUNHA, G.A.P. Implantação da cultura. In: CUNHA, G.A.P.; CABRAL, J.R.S.; SOUZA, L.F.S. (Org.). **O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p.139-167.

DIAS, M.J.T.; SOUZA, H.A.; NATALE, W.; MODESTO, V.C.; ROZANE, D.E. Adubação com nitrogênio e potássio em mudas de goiabeira em viveiro comercial. **Ciências Agrárias**, v. 33, p. 2837-2848, 2012.

EMBRAPA. 1997. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 212p.

EMBRAPA. 2006. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 306p.

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

ENGEL, V.L.; POGGIANI, F. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. **Revista Brasileira de Fisiologia**, v.3, p. 39-45, 1991.

ERRECART, P.M.; AGNUSDEI, M.G.; LATTANZI, F.A.; MARINO, M.A. Leaf nitrogen concentration and chlorophyll meter readings as predictors of tall fescue nitrogen nutrition status. **Field Crops Research**, v.129, p. 46-58, 2012.

FAOSTAT, FAO. 2016. **Food and agriculture organization of the united nations statistics division**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/>>. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2016.

FERREIRA, M.M.M.; FERREIRA, G.B; FONTES, P.C.R.; DANTAS, J.P. Índice SPAD e teor de clorofila no limbo foliar do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica, em duas épocas de cultivo. **Revista Ceres**, v. 53, p. 83-92, 2006.

FONTES, P.C.R; ARAÚJO, C. 2007. **Adubação nitrogenada de hortaliças**: princípios e práticas com o tomateiro. Viçosa: UFV. 148p.

GODOY, L.J.G.; SANTOS, T.S.; BOAS, R.L.V.; JUNIOR, J.B.L. Índices relativos de clorofila e o estado nutricional em nitrogênio durante o ciclo do cafeeiro fertirrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, p. 217-226, 2008.

HARDIN, J.A.; SMITH, M.W.; WECKLER, P.R.; CHEARY, B.S. In situ measurement of pecan leaf nitrogen concentration using a chlorophyll meter and Vis-near infrared multispectral camera. **Hortscience**, v.47, p. 955-960, 2012.

IBGE. 2016. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 01 de janeiro de 2017>.

JESUS, A.; CASARES, M.; NALALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto do abacaxizeiro e do maracujazeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 1046-1054, 2014.

KÖPPEN, W. 1948. **Climatología**: conunestudio de los climas de latierra. México: Fondo de Cultura Económica. 479p.

LEONARDO, F.A.P.; Pereira, W.E.; Silva, S.M.; Costa, J.P. 2013. 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.

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

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

OLIVEIRA, A.P.; FREITAS NETO, P.A.; SANTOS, E.S. Produtividade do inhame, em função de fertilização orgânica e mineral e de épocas de colheita. **Horticultura Brasileira**, v.19, p. 144-147, 2001.

OLIVEIRA, E.F.; CARVALHO, R.A; LACERDA, J.T.; CHOAIKY, S.A.; BARREIRO NETO, M. 2002. **Abacaxi**: sistema de cultivo para o tabuleiro paraibano. EMEPA, João Pessoa, Brasil, 38p.

REINBOTHE, C.; BAKKOURI, M.; BUHR, F.; MURAKI, N.; NOMATA, J.; KURISU, G.; FUJITA, Y. E REINBOTHE, S. Chlorophyll biosynthesis: spotlight on protochlorophyllide reduction. **Trends in Plant Science**, v. 15, p. 614-624, 2010.

REIS, A.R.; ENES, F.J.; SALATIER, B.; ANDREOTTI, M. Diagnóstico da exigência do cafeeiro em nitrogênio pela utilização do medidor portátil de clorofila. **Bragantia**, v. 65, p. 163-171, 2006.

RODRIGUES, A.A. 2009. **Nutrição mineral, produção, qualidade e análise econômica do abacaxizeiro cv. Pérola, em função das relações K/N**. 148p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, centro de Ciências Agrárias, Areia, 2009.

RODRIGUES, A.A.; MENDONÇA, R.M.N.; SILVA, A.P.; SILVA, S.M. Nutrição mineral e produção de abacaxizeiro cv. Pérola em função das relações K/N. **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.

SANT'ANA, E.V.P.; SANTOS, A.B.; SILVEIRA, P.M. Adubação nitrogenada na produtividade, leitura SPAD e teor de nitrogênio em folhas de feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 40, p. 491-496, 2010.

SAS. **Statistic alanalysis system**: release 9.3. Cary: Statistical Analysis System Institute, 2011.

SILVA, A.L.P. 2009. **Produção e nutrição mineral de abacaxizeiro cv. Vitória, em função da adubação nitrogenada**. 38 p. Tese (Doutorado em Agronomia)- Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia-PB, 2009.

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

SILVA, A.P. 2006. **Sistema para recomendação de fertilizantes e corretivos para a cultura do abacaxizeiro**. 181p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SILVA, A.P.; VENEGAS, V.H.A.; SOUZA, A.P.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F.; DANTAS, J.P. Sistema de recomendação de fertilizantes e corretivos para a cultura do abacaxi - fertcalc-abacaxi. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1269-1280, 2009.

SILVA, J.M. **Fisiologia do abacaxizeiro 'Vitória' cultivado sob diferentes condições de adubação, no litoral norte da Paraíba**. 83 p. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia-PB, 2015.

SINGH, V.; SINGH, B.; SINGH, Y.; THIND, H.S.; GUPTA, R.K. Need based nitrogen management using the chlorophyll meter and leaf color chart in rice and wheat in South Asia: a review. **NutrientCycling in Agroecosystems**, v. 88, p. 361-380, 2010.

SOUSA, E. P. **Desenvolvimento, nutrição mineral produção e qualidade de infrutescência do abacaxizeiro "Gold" em função das relações K/N**. 127p. Doutorado em Agronomia)-Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia-PB, 2010.

SOUZA, L.F.S.; GONÇALVES, N.B.; CALDAS, R.C.; SOARES, A.G.; MEDINA, V.M. 2002. Influência da adubação potássica nos teores foliares de nutrientes do abacaxizeiro Pérola. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: SBF. CD-ROM.

SOUZA, T.R.; SALOMÃO, L.C.; ANDRADE, T.F.; BÔAS, R.L.V.; QUAGGIO, J.A. Medida indireta da clorofila e sua relação com o manejo da adubação nitrogenada em plantas cítricas fertirrigadas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 993-1003, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2013. **Fisiologia vegetal**. Artemed, Porto Alegre, Brasil, 954p.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEM, H.; VOLKWEISS, S.J. 1995. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. UFRGS, Porto Alegre, Brasil, 174p. (Boletim Técnico).

TURRENT, A.; LAIRD, R.J. La matriz experimental Plan Puebla, para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos. **Revista Agrociência**, v. 19, p. 117-143, 1975.

## **CAPÍTULO II**

**Crescimento vegetativo, produtividade e qualidade de infrutescências do  
abacaxizeiro ‘Pérola’ sob adubação nitrogenada e potássica**

## **Crescimento vegetativo, produtividade e qualidade de infrutescências do abacaxizeiro 'Pérola' sob adubação nitrogenada e potássica**

**Resumo** - As recomendações de adubações existentes nos boletins dos Estados Nordestinos não têm sido suficientes para suprir a demanda nutricional do abacaxizeiro cv. Pérola, uma vez que são utilizadas doses maiores sem adequada aferição as doses recomendadas a necessidade da cultura. Nesse sentido, objetivou-se avaliar o efeito do crescimento vegetativo, produtividade e a qualidade de infrutescências do abacaxizeiro cv. Pérola em função da adubação nitrogenada e potássica. O experimento foi conduzido no município de Alhandra, Estado da Paraíba, no período de janeiro de 2014 a março de 2015. Os tratamentos foram arranjados conforme a matriz *Plan Puebla III* modificada, que resultaram da combinação entre cinco doses de N (30, 180, 300, 420, 570 kg ha<sup>-1</sup>) e cinco de K<sub>2</sub>O (30, 180, 300, 420, 570 kg ha<sup>-1</sup>), os quais foram dispostos em blocos casualizados, com três repetições e trinta plantas por parcela. Aos 150, 210, 270 e 300 dias após o plantio foram avaliadas as seguintes características de crescimento vegetativo: comprimento, largura basal e mediana, massa fresca e seca da folha 'D'. Na colheita realizada aos 15 meses após o plantio, foram avaliadas as seguintes variáveis: produtividade, percentual de frutos das classes I (900 g até 1,200 kg); II (1,200 até 1,500 kg); III (1,500 até 1,800 kg) e IV (1,800 até 2,100 kg). Em relação às características de qualidade pós-colheita de infrutescências, foram realizadas as avaliações físicas: peso de infrutescências com e sem coroa, comprimento de infrutescências e da coroa, rendimento da coroa, casca, talo e de polpa de infrutescências, e as físico-químicas: acidez titulável (AT), sólidos solúveis (SS), relação SS/AT e o ácido ascórbico. Entre as doses de N e K<sub>2</sub>O, bem como a

interação de doses de N com dias após o plantio houve interação, em que o aumento dos dias após o plantio elevou linearmente o comprimento, largura basal e a massa seca da folha 'D'. Para o comprimento da folha 'D' houve de Pearson positiva com a massa fresca ( $r = 0,7465$ ), largura basal ( $r = 0,7906$ ) e a largura mediana ( $r = 0,6474$ ) da folha 'D'. A produtividade se correlacionou de forma positiva com a massa fresca de infrutescência com coroa ( $r = 1,00$ ) e sem coroa ( $r = 0,7465$ ), comprimento de infrutescência ( $r = 0,6073$ ) e o diâmetro médio do fruto ( $r = 0,5725$ ). A combinação das doses de  $570 \text{ kg ha}^{-1}$  de N e de  $570 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  proporcionou aumento máximo na largura basal da folha 'D', enquanto a maior dose de  $570 \text{ kg ha}^{-1}$  de N aos 300 dias após o plantio favoreceu a massa fresca da folha 'D'. A aplicação da maior dose de N ( $570 \text{ kg ha}^{-1}$ ) com a menor dose de  $\text{K}_2\text{O}$  ( $30 \text{ kg ha}^{-1}$ ) produziu infrutescências com a massa de  $1.507,87 \text{ g}$  e produtividade de  $62.85 \text{ t ha}^{-1}$ .

**Termos para indexação:** *Ananas comosus* L. var. *comosus*, folha 'D', produção, qualidade pós-colheita.

## **Vegetative growth, productivity and quality of infructescences of 'Pérola' pineapple under nitrogen and potassium fertilization**

**Abstract** - The fertilization recommendations in the Northeastern States' bulletins have not been enough to supply the nutritional demand of the cultivar, since larger doses are used without adequate measurement of the doses recommended for the crop. The objective of this study was to evaluate the effect of vegetative growth, productivity and the quality of infructescences of 'Pérola' pineapple as a function of nitrogen and potassium fertilization. The experiment was conducted in the municipality of Alhandra, State of Paraíba, from January 2014 to March 2015. The treatments were arranged according to the modified Plan Puebla III matrix, which resulted from the combination of five doses of N (30, 180, 300, 420, 570 kg ha<sup>-1</sup>) and five K<sub>2</sub>O (30, 180, 300, 420, 570 kg ha<sup>-1</sup>). These were arranged in randomized blocks, with three replications and thirty plants per plot. At 150, 210, 270 and 300 days after planting, the following vegetative growth characteristics were evaluated: length, basal and median width, fresh and dry mass of 'D' leaf. At harvesting at 15 months after planting, the following variables were evaluated: productivity, percentage of Class I fruit (900 to 1,200 kg); II (1,200 to 1,500 kg); III (1,500 to 1,800 kg) and IV (1,800 to 2,100 kg). In relation to post-harvest quality characteristics of fruits, physical evaluations were performed: weight of the fruit with and without crown, length of infructescences and crown, yield of crown, bark, stem and pulp of infructescences, and physical- chemical properties: titratable acidity, soluble solids, SS/AT ratio and ascorbic acid. There was interaction between N and K<sub>2</sub>O, and interaction of N doses with days after planting. The increase in days after planting linearly increased the length, basal width and dry mass of leaf 'D'. There was a Pearson correlation of leaf

length 'D' correlated with fresh mass ( $r = 0.7465$ ), with the basal width ( $r = 0.7906$ ) and the median width ( $r = 0.6474$ ) D ', and there was a positive correlation between the variables. Productivity correlates positively with the fresh mass of infructescence with crown ( $r = 1.00$ ) and without crown ( $r = 0.7465$ ), with the infructescence length ( $r = 0.6073$ ) and the mean diameter of the fruit ( $r = 0.5725$ ). This demonstrates that in order to achieve high yields it is necessary to verify the aspects that interfere with the vegetative growth of the pineapple. The combination of the doses of  $570 \text{ kg ha}^{-1}$  of N and  $570 \text{ kg ha}^{-1}$  of  $\text{K}_2\text{O}$  provided maximum increase in the basal width of leaf 'D'. However, the highest dose of  $570 \text{ kg ha}^{-1}$  of N at 300 days after planting favored the fresh 'D' leaf mass. The application of the highest  $570 \text{ kg ha}^{-1}$  dose of N with the lowest  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  dose of  $\text{K}_2\text{O}$  produced infrutescences with the mass of  $1.507,87 \text{ g}$  and yield of  $62.85 \text{ t ha}^{-1}$ .

**Index terms:** *Ananas comosus* L. var. *comosus*, leaf 'D', production, post-harvest quality.

## Introdução

O abacaxizeiro é uma das três principais frutíferas em produção e valor na forte fruticultura do Brasil, que ocupa o segundo lugar em nível mundial nesta cultura, a qual é bastante apreciada no mercado mundial, sendo a Tailândia e as Filipinas os maiores produtores mundiais, com dois milhões de toneladas produzidas, seguido pelo Brasil com 1,6 milhão de infrutescências (FAO, 2016). Na Paraíba, principal Estado produtor de abacaxi, o cv. Pérola é plantado nas microrregiões litorâneas, tais como, Itapororoca, Araçagi e Santa Rita (IBGE, 2016).

Esses municípios enfrentam adversidades edafoclimáticas, com ocorrência de solos de textura arenosa, ácidos, com baixa fertilidade natural e baixo nível tecnológico, particularmente relacionadas ao manejo nutricional (Souza et al., 2007; Rodrigues et al., 2010). Assim, para o sucesso da abacaxicultura a nutrição mineral é fundamental, porque o abacaxizeiro é uma planta com elevada exigência nutricional quando comparada com outras culturas, demandando quantidade de nutrientes que a maioria dos solos cultivados não consegue suprir integralmente (Bregonci et al., 2008).

Nesse sentido, adequação de práticas agrícolas, como o manejo nutricional demonstram ser uma ferramenta adicional para o crescimento vegetativo e produção de abacaxizeiro, sendo os nutrientes mais requeridos o potássio e o nitrogênio.

O potássio é nutriente exigido em maior quantidade pelo abacaxizeiro, por ser responsável pela qualidade de infrutescências, contribuir para aumento do teor de sólidos solúveis (Ramos et al., 2011). Esse elemento é essencial para o desenvolvimento das plantas, porque participa de processos bioquímicos envolvidos com metabolismo de carboidratos, fotossíntese, na respiração, abertura

e fechamento de estômatos (Taiz e Zeiger, 2013). A deficiência desse nutriente acarreta redução no crescimento e na produção, uma vez que afeta os atributos de qualidade de infrutescências (Reis et al., 2012).

O nitrogênio é responsável pelo crescimento vegetativo do abacaxizeiro, o qual é constituinte de vários compostos indispensáveis ao crescimento e desenvolvimento das plantas, como clorofila, bases nitrogenadas, aminoácidos e proteínas (Taiz e Zeige, 2013). Esse elemento, contribuir para aumentar o número e a massa de folhas, o vigor e a massa total da planta, os quais se correlacionam positivamente a massa média de infrutescências e a produtividade (Silva et al., 2012).

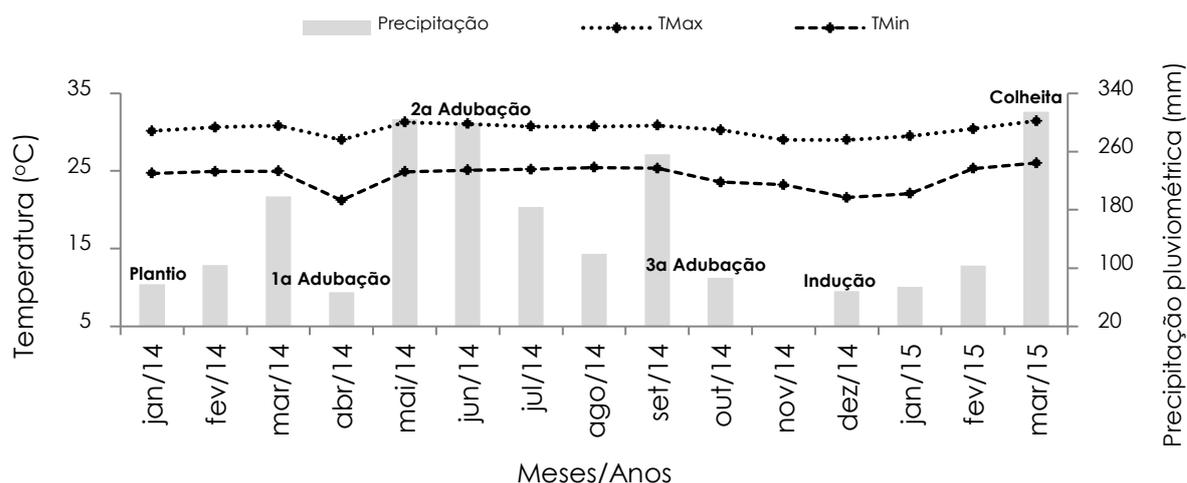
Para avaliar as condições nutricionais das plantas, realiza-se a diagnose foliar em períodos determinados da vida da planta (Malavolta et al., 1997), sendo que no abacaxizeiro, a folha 'D', e a de referência que porque possui maior atividade, de forma que é usada para avaliar o índice de crescimento e o estado nutricional da planta, servindo para a realização da indução floral na época adequada, porque a sua massa fresca pode correlacionar-se com a massa de infrutescência e a produtividade (Oliveira et al., 2015).

Apesar de existirem várias publicações sobre adubação e nutrição mineral do abacaxizeiro, baseadas em dados experimentais em relação ao efeito das adubações nitrogenada e potássica, às recomendações presentes nos boletins dos Estados Nordestinos não têm sido suficientes para suprir a demanda nutricional dos híbridos lançados (Silva et al., 2009). Para o abacaxizeiro cv. 'Pérola' em muitos estudos têm-se utilizado doses maiores, porém sem a adequada aferição se as doses recomendadas são suficientes às necessidades do cultivar.

Nesse sentido, objetivou-se avaliar o efeito do crescimento vegetativo, produtividade e qualidade de infrutescências do abacaxizeiro cv. Pérola em função da adubação nitrogenada e potássica.

## Material e Métodos

Este experimento foi realizado em condições de campo no período de janeiro de 2014 a março de 2015, na fazenda São Pedro, município de Alhandra, Estado da Paraíba. Esta localiza-se nas coordenadas geográficas 7° 21,9' 43" S e 34° 56,1' 93" W com altitude de 49 m, cujo clima predominante na região é As' (quente e úmido) segundo a classificação de Köpen (1948) e as condições meteorológicas de acordo com a AESA (2016) são: temperatura média anual entre 24 e 30 °C e precipitação de 1.677 e 1.787 mm, conforme pode ser constatada na Figura 8.



**Figura 8.** Precipitação pluviométrica e temperaturas máximas e mínimas registradas durante o período experimental no município de Alhandra-PB, 2017

O solo da área experimental está classificado como Neossolo Quartzarênico (Embrapa, 2006). Antes da instalação do experimento realizou-se a coleta do solo na profundidade de 0-20 cm, que tinha as seguintes características químicas: pH em água (1:2,5) - 4,5; P - 14,60 mg dm<sup>3</sup>; K<sup>+</sup> - 47,71 mg dm<sup>3</sup>; Na<sup>+</sup> - 0,06; H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup> - 6,77; Al<sup>3+</sup> - 0,40; Ca<sup>2+</sup> - 1,70; Mg<sup>2+</sup> - 0,56; SB - 2,44; CTC - 9,21 (todos em cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) e M.O - 22,38 g kg<sup>-1</sup>. Na análise granulométrica constatou-se 927, 44 e 29 g kg<sup>-1</sup>, de areia, silte e argila, respectivamente, situando-se na classe textural areia (Embrapa, 2013).

### **Delineamento experimental e tratamentos**

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados (DBC), com três repetições, cuja unidade foi constituída por 100 plantas, sendo consideradas como área útil as 50 plantas centrais.

Os tratamentos foram dispostos conforme a matriz *Plan Puebla III* modificada (Turrent e Laird, 1975), em que para dose média se verificou a maior dose do nutriente recomendada nos boletins técnicos dos estados do Nordeste para abacaxizeiro. Sobre esta foi acrescido 20% e calculada a dose média do nutriente que foi então aplicada na matriz, obtendo-se as doses de N e K utilizadas no estudo. Portanto, para o experimento utilizou-se cinco doses de N (30; 180; 300; 420; 570 kg ha<sup>-1</sup>) e cinco de K<sub>2</sub>O (30; 180; 300; 420; 570 kg ha<sup>-1</sup>, conforme descrito na Tabela 1.

**Tabela 1.** Descrição dos tratamentos quanto às doses de nitrogênio e potássio, aplicada no cultivo do abacaxizeiro cv. Pérola

Tratamentos	Níveis		N	K <sub>2</sub> O
	N	K		
	Doses (kg ha <sup>-1</sup> )			
1	-0,4	-0,4	180	180
2	-0,4	0,4	180	420
3	0,4	-0,4	420	180
4	0,4	0,4	420	420
5	0,0	0,0	300	300
6	-0,9	-0,4	30	180
7	0,9	0,4	570	420
8	-0,4	-0,9	180	30
9	0,4	0,9	420	570
10	-0,9	-0,9	30	30

### Instalação e condução do experimento

No mês de janeiro de 2014, após as operações de preparo do solo que constou de limpeza, gradagem e abertura de covas de plantio, foram utilizadas mudas do tipo filhote do cultivar Pérola provenientes da Fazenda São Pedro, as quais foram selecionadas quanto aos aspectos sanitários e padronizadas em relação ao tamanho, ficando com 50 cm. Em seguida, estas foram submetidas à cura por 15 dias, posteriormente, foram plantadas em condições de sequeiro, no sistema de fileira simples, com espaçamento de 0,80 m x 0,30 m.

As fontes de N, P e K utilizadas foram, respectivamente, uréia (45% N), superfosfato simples (18% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) e cloreto de potássio (60% K<sub>2</sub>O). As doses de nitrogênio (N) e potássio (K) foram parceladas em três aplicações, realizadas aos 90, 180 e 270 dias após o plantio (DAP), aplicadas na axila das folhas basais.

A adubação com fósforo (P) foi realizada em dose única (11,83 g por planta) no solo, próximo à base da planta aos 60 dias após o plantio (DAP) conforme Rodrigues et al.(2013).

As plantas receberam, ainda, adubações foliares de B (4 kg ha<sup>-1</sup> de bórax), Fe (4 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato ferroso), Cu (2 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de cobre) e Zn (2 kg ha<sup>-1</sup> de sulfato de zinco) a partir dos quatro meses, em intervalos de dois meses, até o décimo mês após o plantio de acordo com as recomendações de Oliveira et al. (2002). Durante o experimento foram realizadas as práticas culturais usuais empregadas na abacaxicultura, com a finalidade de garantir condições adequadas de limpeza e sanidade às plantas.

A indução floral foi realizada no décimo mês após o plantio, mediante aplicação do carbureto de cálcio comercial, na forma sólida, em pedras com peso médio de 0,5 g/planta em aplicação única, às 16 horas e 30 minutos com auxílio de um funil de tubo prolongado, colocado no meristema apical.

Para avaliar o efeito da adubação nitrogenada e potássica sobre o crescimento vegetativo da folha 'D' em cada época de avaliação, aos 150, 210, 270 e 300 dias após o plantio, foram coletadas sete folhas 'D' de forma aleatória na área útil da parcela experimental (Rodrigues et al., 2013). As folhas foram colocadas em sacos plásticos, depositadas em caixa de isopor, mantida a sombra, a qual foi transportada ao laboratório de Fruticultura da Universidade Federal da Paraíba do Cento de Ciências Agrárias, Campos II, Areia-PB. Avaliou-se o comprimento (cm), a largura basal (cm) e mediana (cm), a massa fresca (g) e seca (g) da folha 'D'. O comprimento foi medido com régua graduada em centímetros da base da folha 'D' (parte aclorofilada) até o ápice e para as larguras basal e mediana da folha 'D' também utilizou-se régua graduada.

A mensuração da massa fresca da folha 'D' foi realizada após coleta no campo e pesagem em balança semi-analítica posteriormente houve o acondicionamento em sacos de papel e secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 °C por 72 horas, com pesagem para obtenção da massa seca.

### **Colheita das infrutescências**

A colheita foi efetuada aos 15 meses após o plantio das mudas, quando as infrutescências estavam no estágio de maturidade comercial (fisiologicamente maduros, porém com frutinhos de coloração verde em toda a extensão da casca), classificados como 'verdoso' conforme as Norma de Classificação do Abacaxi (Ceagesp, 2003). Na área útil das unidades experimentais foram coletados foram coletados 15 infrutescências de cada, as quais foram acondicionadas em sacolas plásticas devidamente identificadas e transportadas ao Laboratório de Biologia e Tecnologia de Pós-colheita da Universidade Federal da Paraíba, Campos II - Areia - PB, onde foram pesadas e classificadas nas classes comerciais estabelecidas para o cultivar Pérola: classe I: 900g até 1,200 kg; classe II: 1,200 até 1,500 kg; classe III: 1,500 até 1,800 kg e classe IV: 1,800 até 2,100 kg (Ceagesp, 2003), cuja produtividade foi calculada conforme a fórmula proposta por Marques et al. (2011).

### **Avaliações físicas**

Em relação às avaliações físicas de infrutescências foram determinadas as seguintes características: massa da matéria fresca de infrutescências com e sem coroa, por meio da pesagem individual em balança semi-analítica, sendo 15 infrutescências por tratamento em cada unidade experimental; o comprimento e diâmetro central de infrutescências (cm), com o auxílio de paquímetro digital,

sendo os valores expressos em centímetros; o rendimento de coroa, casca, cilindro central (talo) e polpa - medição da massa da coroa e do talo e rendimento de polpa foram transformados em percentagens (%), a firmeza da infrutescência íntegra (com casca) - avaliado com penetrômetro Magness Taylor Pressure Tester, região de inserção de 2/16 polegadas de diâmetro expressos os resultados em N.

### **Avaliações físico-químicas**

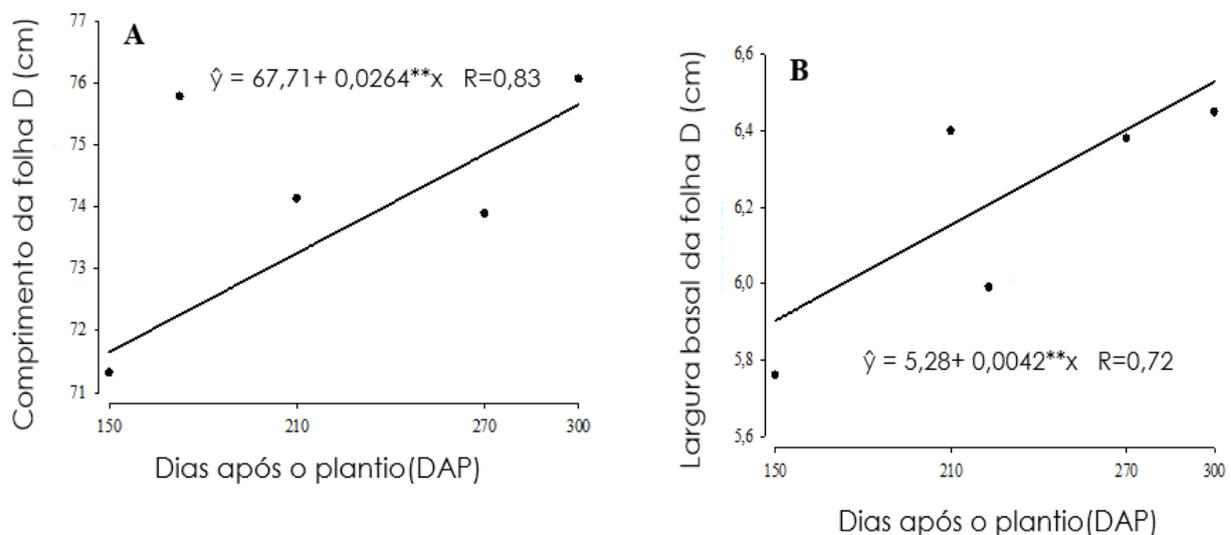
As avaliações físico-químicas determinadas foram os sólidos solúveis (%) com refratômetro digital (Kruss-optronic, Hamburgo, Alemanha), segundo a AOAC (2005); acidez titulável (AT - g de ácido cítrico 100 g<sup>-1</sup> de polpa), determinada por titulação do suco com solução de NaOH a 0,1M (IAL, 2005);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

### **Análise estatística**

Os dados foram submetidos à análise de variância, para avaliar o efeito das doses de N e K e dias após o plantio foi utilizada a técnica de superfície de resposta, realizando - se análise de regressão polinomial para o efeito principal e a interação, testando-se até nível quadrático. Considerou-se a significância de até 5% de probabilidade e coeficiente de determinação (R<sup>2</sup>) acima de 50%. Realizaram-se também análises de componentes principais (ACP) para correlacionar as características que foram mais influenciadas pelos tratamentos aplicados e análise de cluster para agrupar os tratamentos que apresentam similaridade em relação às características estudadas. Utilizou- se o software Sistema de Análise Estatística versão 9.3 (SAS, 2011) para as análises.

## Resultado e Discussão

Pelos dados da Figura 9 verificou-se que houve ajuste ao modelo de regressão linear para o comprimento e largura basal da folha 'D', em relação às épocas de avaliações, sendo que aos 300 dias após o plantio (DAP), para ambas as variáveis os valores foram de 75,63 e 6,54 cm (Figuras A e B), respectivamente.



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

**Figura 9.** Comprimento (A) e largura basal (B) da folha 'D' do abacaxizeiro cv.

Pérola em relação aos dias após o plantio

Com relação às características de crescimento vegetativo na cultura do abacaxizeiro, o comprimento da folha 'D' tem sido utilizado como referência para se proceder a indução floral da cultura (Malézieux et al., 2003). Nesse sentido, algumas pesquisas realizadas com o abacaxizeiro cv. Pérola demonstraram que o valor de 80 cm para essa variável é considerado ideal para iniciar o processo de indução floral (Oliveira et al., 2006).

Algumas características como comprimento e ou massa seca da folha 'D' vem sendo usadas como referência de estimativa para definir o momento da indução floral, tendo demonstrado uma correlação positiva com a massa e/ou comprimento da infrutescência na colheita (Rodrigues et al., 2010; Marques et al., 2011; Caetano et al., 2013).

Ao comparar o valor de 75,63 cm para o comprimento da folha 'D' do abacaxizeiro cv. Pérola obtido neste trabalho com o constatado por Franco et al. (2014) ao avaliar as características vegetativas, a produção de mudas, de infrutescências e a qualidade de infrutescências do abacaxizeiro cv. Pérola, verificou-se resultado inferior (60,1 cm da folha 'D' aos 15 meses após o plantio).

Porém, os resultados foram inferiores aos obtidos por Kist et al. (2011) ao avaliar o comportamento do diquat e da ureia como fitoreguladores no retardamento de diferenciação floral do abacaxizeiro cv. Pérola, no município de Tanguará-MT, a qual constataram que a aplicação de 30 mg L<sup>-1</sup> de diquat + 20 mg L<sup>-1</sup> de ureia, resultou num comprimento da folha 'D' de 118,7 cm.

No entanto, o resultado do estudo está próximo do valor de 82 cm para o comprimento da folha 'D' obtido por Reinhard e Medina (1992) ao estudarem o crescimento vegetativo e qualidade de infrutescências dos cultivares Pérola e Smooth Cayenne, visando obtenção de informações básica para o manejo da cultura.

Na literatura, alguns autores relataram a importância do estudo da correlação do crescimento vegetativo do abacaxizeiro, com as variáveis de produção e qualidade de infrutescências como uma alternativa importante para predição de momento adequado para indução floral (Vilela et al., 2015, Rodrigues et al., 2013).

Nesse sentido, Reis (2015) obteve comprimento máximo de 109,12 cm e 93,51 g de massa da matéria fresca da folha 'D' para o cultivar Pérola, aos 303 dias após o plantio, com a aplicação da dose de 12,31g de K<sub>2</sub>O, recomendando fazer a indução floral.

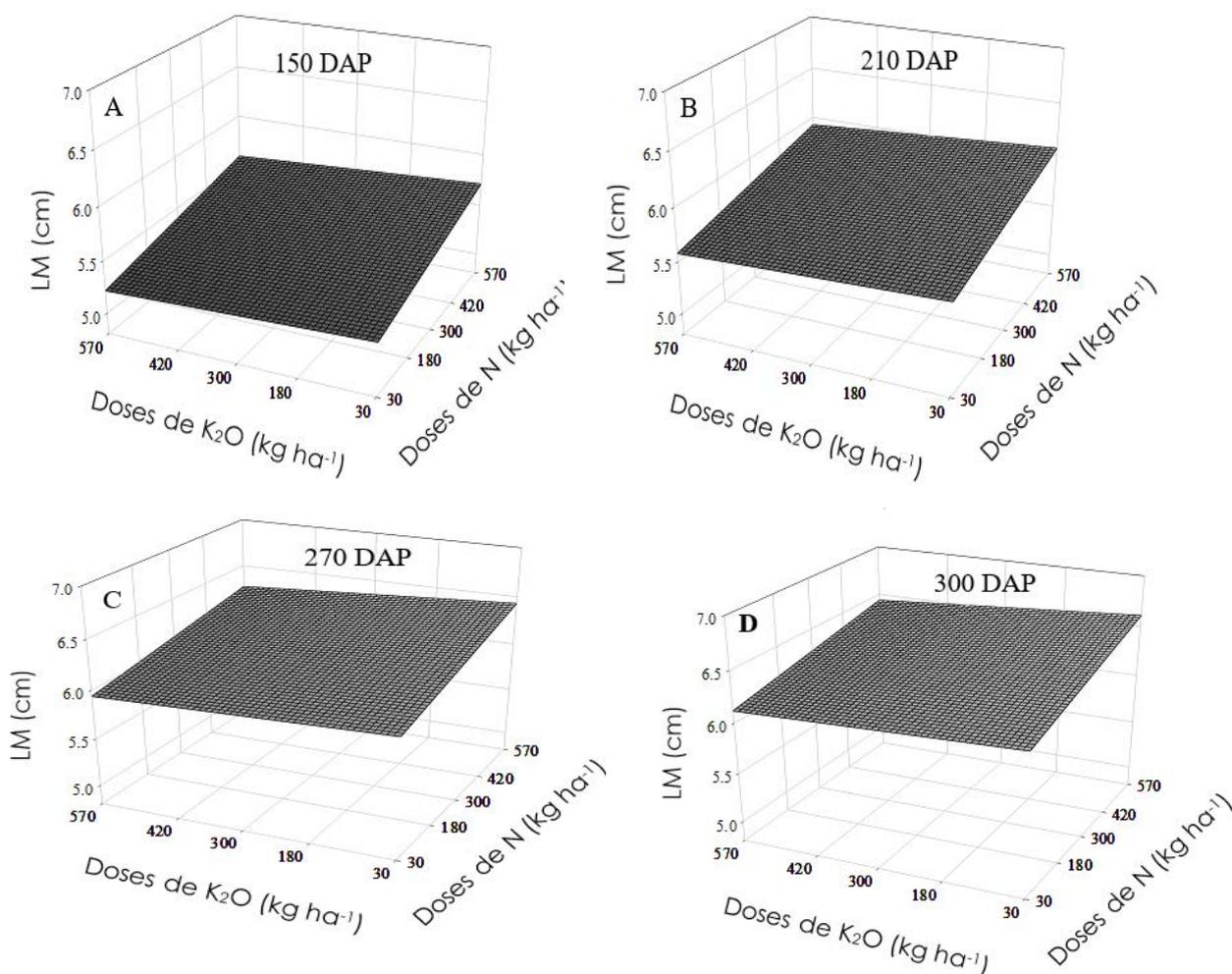
Nesta pesquisa, verificou-se que a maior dose de N (570 kg ha<sup>-1</sup>), resultou em massa de matéria fresca da folha 'D' de 58,37 g, o que está abaixo do requerido para indução floral que segundo Reinhardt e Cunha (2000) para o cv. Pérola com massa de matéria fresca de folha 'D' de 80g, proporcionando a obtenção de infrutescências com massa superior a 1,2 kg, enquanto, Rodrigues et al. (2010) obtiveram massas médias de fruto de 1,47 kg para o cv. Pérola após a indução floral com peso de folha 'D' estimado em 118g, aos 12 meses de idade.

A largura basal, observada em folha 'D' de plantas do cultivar Pérola aos 300 dias após o plantio (DAP) foi de 6,54 cm, o que foi superior ao verificado por Marques et al. (2013), que obtiveram largura média de folhas 'D' para o Smooth Cayenne de 5,38 cm, antes do florescimento, e por Oliveira et al. (2015) com o cultivar 'BRS Imperial' aos 13 meses após o plantio, cujo valor foi de 4,52 cm para largura basal com a aplicação da dose de 600 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O.

Contudo, Reinhardt et al. (2002) relataram valores de 6,8 e 5,2 cm em folhas 'D' de abacaxi dos cultivares Pérola e Smooth Cayenne, respectivamente, enquanto, Araújo et al. (2012) ao avaliar as características da planta, da folha e produção de mudas do cultivar Turiaçu, comparadas com os cultivares Pérola, Smooth Cayenne e Vitória, obtiveram valor de 5,15 cm para a largura da folha 'D' de abacaxi Turiaçu. Para Rodrigues (2009) o cultivar Pérola expressou maior largura basal das folhas 'A', 'B', 'C' e 'D' ao estudar o desenvolvimento dos abacaxizeiros cvs. Smooth Cayenne e Pérola, no Estado da Paraíba.

Para a largura mediana da folha 'D' do abacaxizeiro cv. Pérola verificou-se que houve interação entre doses N, K e dias após o plantio (DAP), sendo que em todas as épocas observou-se crescimento da largura mediana com o aumento das doses de nitrogênio ( $570 \text{ kg ha}^{-1}$ ), na menor dose de potássio ( $30 \text{ kg ha}^{-1}$ ). Aos 150 dias após plantio, foi constatado largura máxima de 5,71 cm, aos 210, 270 e 300 foram registrados valores de 6,07; 6,44 e 6,61 cm, com incremento de 6,30; 12,78 e 15,72%, respectivamente (Figura 10).

$$\hat{y} = 4,38 + 0,000761N - 0,000151K + 0,006023^{**}D - 0,000000001^{**}N \times K \times D \quad R^2 = 0,56$$



\*\*= significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

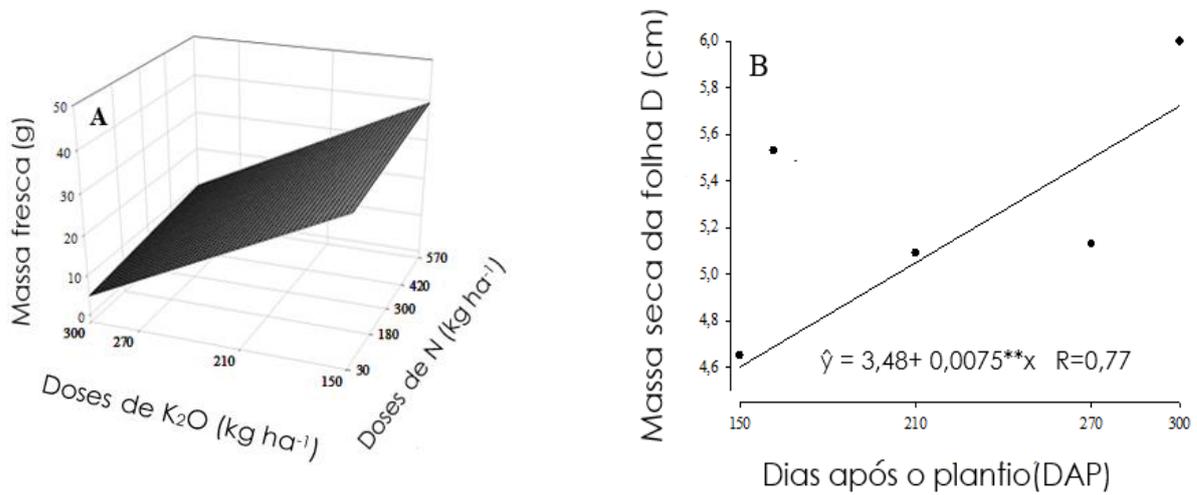
**Figura 10.** Largura mediana da folha 'D' do abacaxizeiro cv. Pérola em função das doses de nitrogênio e de potássio aos 150 'A'; 210 'B'; 270 'C' e 300 'D' dias

Em relação à largura mediana da folha 'D' verificou-se que o maior valor (6,61 cm) ocorreu aos 300 dias após o plantio, com a aplicação de 570 e 30 kg ha<sup>-1</sup> de N e K<sub>2</sub>O, respectivamente, resultado superior ao obtidos por Medeiro Júnior (2016) ao avaliar a resposta fisiológicas e o crescimento vegetativo do abacaxizeiro cv. Pérola, em função da adubação nitrogenada e potássica nas condições edafoclimáticas de Tabuleiro Costeiro Paraibano, obtendo-se 5,49 cm com uso das doses de 300 kg ha<sup>-1</sup> de N e 300 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente.

Portanto, os valores obtidos neste experimento foram superiores aos de Souza (2010), que constatou 5,6 cm para largura mediana da folha 'D' com o cultivar Pérola, realizando adubação com a dosagem de 1.462 kg ha<sup>-1</sup> de KCl, e próximos aos verificados por Reinhard et al. (2002) que reportaram valor de 6,8 cm para largura da folha 'D' de abacaxi cv. Pérola. Contudo, Malézieux e Bartholomew (2003) relataram que as folhas de abacaxi podem chegar a 7 cm de largura, dependendo do cultivar e das condições edafoclimáticas.

Nesta pesquisa, as doses de N e as épocas de avaliações influenciaram a massa fresca da folha 'D', cujo valor máximo foi de 58,37 g com aplicação da dose de 570 kg ha<sup>-1</sup> de N, aos 300 dias após o plantio (Figura 11 A). Com relação à massa seca da folha 'D' (Figura 11 B), observou-se que as épocas de avaliações influenciaram essa variável, obtendo-se valor de 5,73 g aos 300 dias após o plantio (DAP).

$$\hat{y} = 64,43 + 0,00876*N - 0,199734**D + 0,000543**D^2 \quad R^2 = 0,66$$



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

**Figura 11.** Massa fresca (A) e seca (B) da folha 'D' do abacaxizeiro cv. Pérola em relação aos dias após o plantio

A massa fresca da folha 'D' aumentou com a adubação nitrogenada, diferente dos resultados de Rodrigues et al (2013) ao estudar efeito de diferentes relações K/N na adubação sobre a nutrição mineral e a produção de abacaxizeiro cv. Pérola, em solos de Tabuleiro Costeiro da Paraíba, quando constaram valor máximo (82,8 g) de massa fresca da folha 'D' com a aplicação das doses de 300 e 900 Kg ha<sup>-1</sup> de N e K, respectivamente, aos 330 dias após o plantio, resultado superior ao deste trabalho, em plantas de abacaxizeiro cv. Pérola aos 300 dia após o plantio, cuja dose utilizada foi de 570 Kg planta<sup>-1</sup> de N.

Resultados divergentes foram obtidos por Rodrigues (2009) ao constatar ausência de efeitos das doses de N, porém, o mesmo autor verificou efeito significativo das doses de K sobre massa fresca das folhas 'D' do cultivar Pérola,

tendo resultados satisfatórios com a elevação das doses de K, os quais promoveram aumentos lineares na massa fresca da folha 'D'.

O aumento do acúmulo da massa fresca da folha 'D', com as épocas de avaliações, coincidem com as informações da literatura (Malézieux e Bartholomew, 2003). No entanto, a produção de massa fresca da folha 'D' para o cultivar Pérola neste trabalho (58,37 g) foi menor que aquela reportada por Rodrigues et al. (2010) que registraram massa fresca de folha 'D' de 118 e 81 g, respectivamente, para Pérola e Smooth Cayenne, avaliando o desenvolvimento vegetativo desses cultivares, nas condições edafoclimáticas de Santa Rita, Estado da Paraíba, aos doze meses após o plantio.

O baixo acúmulo (58,37g) de massa fresca da folha 'D' obtido neste experimento, possivelmente pode ser atribuída a deficiência hídrica ocorrida na época de crescimento vegetativo da cultura, o que pode ter prejudicado a absorção e utilização do N presente no solo pelas plantas.

A produção de matéria seca da folha 'D' foi baixa até o sétimo mês, porém, ocorrendo aumento expressivo no acúmulo para o cultivar Pérola (Figura 11B), registrando valor máximo de 5,73 g aos 300 dias após o plantio. Neste experimento, constatou-se intensificação no acúmulo de matéria seca da folha 'D', a partir do oitavo mês, coincidindo com as informações da literatura (Malézieux e Bartholomew, 2003; Rodrigues et al., 2010; Souza et al., 2007).

No entanto, o valor de 5,73 g para essa variável foi menor do que aquela reportada por Rodrigues et al. (2010) que obtiveram, para o cultivar Pérola valores de 935 e 130,71 g, respectivamente, em função das épocas de avaliações, ou seja, aos 300 dias após o plantio. Independente do cultivar de abacaxi Melo et al. (2006),

verificaram maiores acúmulos de massa seca na folha 'D' durante a primeira fase do cultivo, ou seja, no período do desenvolvimento vegetativo.

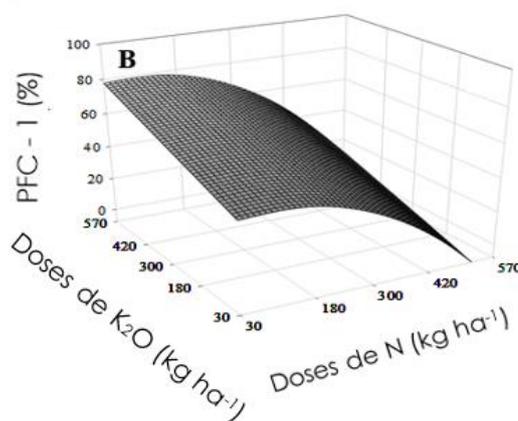
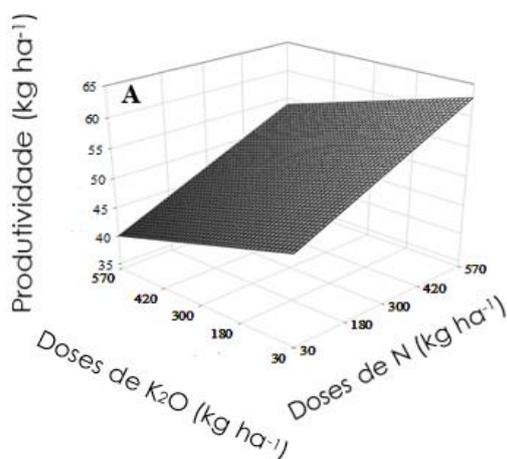
Contudo, Souza et al. (2007) constataram acúmulo de matéria seca foliar para o cultivar Pérola, em torno de 411 g planta<sup>-1</sup>, o que representa 75,2% do total da massa seca das folhas.

Esse resultado percentual referente à fitomassa seca das folhas no acúmulo total, segundo Malézieux e Bartholomew (2003), deve-se aos elevados valores de índice de área foliar, bem como à habilidade das folhas em manter a alta capacidade fotossintética por longo período de tempo, característica da família das bromeliáceas.

O aumento das doses de nitrogênio e potássio, conforme dados da Figura 12, proporcionou produtividade máxima (62,85 t ha<sup>-1</sup>) com uso das doses de 570 e 30 kg ha<sup>-1</sup> de N e K, respectivamente (Figura 12A).

$$\hat{y} = 48,7 + 0,0257*N - 0,0166**K \quad R^2 = 0,84$$

$$\hat{y} = 41,82 + 0,0579*N - 0,0003*N^2 + 0,0606*K \quad R^2 = 0,80$$



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

**Figura 12.** Produtividade (A) e percentual de infrutescências comerciais (PFC) na classe I (B) de abacaxizeiro cv. Pérola em função das diferentes doses de nitrogênio e potássio. Classe I (0,9 e 1,2 kg)

A produtividade de 62,85 t ha<sup>-1</sup> para o cultivar Pérola, obtida com aplicação das doses de 570 kg ha<sup>-1</sup> de N e 30 kg ha<sup>-1</sup> de K, foi superior à média nacional e da Paraíba, cujos valores foram de 25,6 e 18,78 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente (IBGE, 2016).

Os dados de produtividade alcançados neste trabalho estão próximos dos resultados de Guarçoni e Ventura (2011) que obtiveram uma máxima produtividade máxima de 65,4 t ha<sup>-1</sup> para o abacaxizeiro 'Gold', quando aplicado às doses de 650,6 e 735,9 kg ha<sup>-1</sup> de N e K<sub>2</sub>O, respectivamente, e inferior aos resultados obtidos por Spironello et al. (2004) quando verificaram que a aplicação das doses de 498 kg ha<sup>-1</sup> de N e 394 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, resultou numa produtividade de 72 t ha<sup>-1</sup> para o cultivar Smooth Cayenne.

Vários autores evidenciaram o efeito do nitrogênio sobre as características de produção do abacaxizeiro, Rodrigues et al. (2013) ao estudarem a produção e a nutrição do abacaxizeiro cv. Pérola, obtiveram máxima produtividade de 40,6 t ha<sup>-1</sup> com o uso das doses de 450 e 900 kg ha<sup>-1</sup> de N e K, respectivamente. No entanto, Silva (2006) obteve valor máximo de 53,3 t ha<sup>-1</sup> com a aplicação da dose de 403,1 kg ha<sup>-1</sup> de N para o cultivar Pérola, resultados inferiores aos dessa pesquisa.

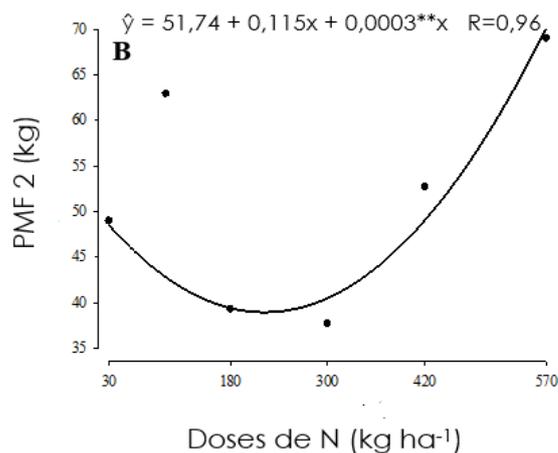
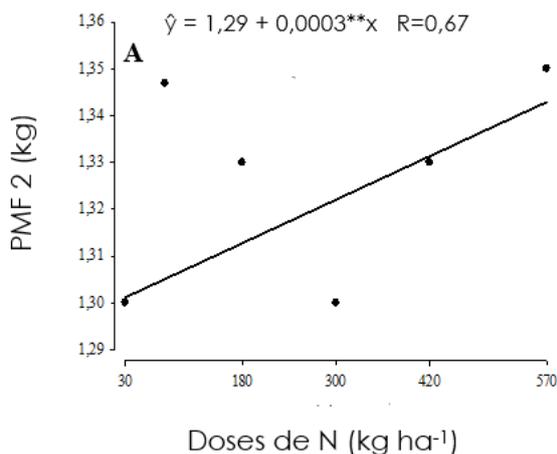
A recomendação da aplicação do nitrogênio no abacaxizeiro 'Vitória' é de 439 kg ha<sup>-1</sup> (Silva et al., 2012) para alcançar uma produtividade de 37,3 t ha<sup>-1</sup>, inferior à dose estimada nesta pesquisa (570 kg ha<sup>-1</sup>) necessária para a obtenção de 62,85 t ha<sup>-1</sup>.

Ao proceder à classificação verificou-se que o percentual de infrutescências da classe I (0,9 e 1,2 kg) mostrou-se influenciado pelas doses de N e K<sub>2</sub>O, em que o maior percentual de infrutescências desta categoria foi obtido com as doses mesmas doses de N e potássio, que foi de 180 kg ha<sup>-1</sup> proporcionando 53,43% de infrutescências nesta categoria (Figura 12 B).

Diversos autores relataram o efeito positivo dos nutrientes, principalmente, o nitrogênio e o potássio, na obtenção de menor percentual de infrutescências da classe I (Malézieux e Bartholomew, 2003, Spironello et al., 2004; Silva, 2006), concordando, assim, com os resultados obtidos por Rodrigues (2009) que obteve menor percentual (17,8%) de infrutescências comerciais da classe I (0,8 a 1,2 kg) no cultivar Pérola com aplicação das doses de 450 kg ha<sup>-1</sup> de N e 900 kg ha<sup>-1</sup> de K, respectivamente.

Dentre as várias tecnologias, a adubação é essencial nos cultivos com fins comerciais porque a maioria dos solos brasileiros não conseguem suprir as necessidades nutricionais do abacaxizeiro. Segundo Oliveira et al. (2015) a adubação tem grande influência na massa média das infrutescências e pode afetar o percentual de infrutescências produzidas das diferentes classes de comercialização. Neste trabalho, a elevação das doses de N resultou em maiores percentuais de infrutescências comerciais na classe I (entre 0,9 a 1,2 kg), destinado ao consumo *in natura*. Os resultados não concordam com os obtidos por outros autores (Rodrigues et al., 2013; Spironello et al., 2004; Lacerda e Choairy, 1999), que constataram menor produção de infrutescências destinados ao consumo *in natura* nos tratamentos com menores doses de N.

A massa média da infrutescência na classe II (1,2 a 1,5 kg) elevou-se com aumento das doses de N (Figura 13 A), atingindo a massa de 1,34 kg, com incremento de 3,78%, enquanto para o percentual de infrutescências comerciais na classe II (entre 1,2 a 1,5 kg), houve um decréscimo até a dose de 180 kg ha<sup>-1</sup> de N, com mínimo de 40,71% com a dose de 192 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 13 B) e crescimento posterior, atingindo o máximo de 83,66% na dose de 570 kg ha<sup>-1</sup> de N.



\*= significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Figura 13.** Massa fresca média de infrutescência (PMF) na classe II (A) e percentual de infrutescência comerciais (PFC) na classe II (B) do abacaxizeiro cv. Pérola em função das diferentes doses de nitrogênio e potássio. Classe

A massa de infrutescências do abacaxizeiro é uma característica de qualidade de fundamental importância, especialmente no momento da comercialização. Nesta pesquisa, a massa média de infrutescências de 1,34 kg produzidas enquadra-se dentro da classe II, conforme as Normas de Classificação de Abacaxi (Ceagesp, 2003), sendo que as infrutescências para o consumo *in natura* podem ser comercializadas nas classes I (0,9 a 1,2 kg), II (1,2 a 1,5 kg), III (1,5 a 1,8 kg) e IV (maior que 1,8 kg).

Dessa forma, o valor médio de massa da infrutescência obtido (1,34 kg) atende a preferência dos mercados de consumidores brasileiros, que exigem frutos com massa até 1,5 kg (Granada et al., 2004), encontrando-se dentro da faixa descrita como ideal para infrutescências do cultivar Pérola destinadas ao consumo *in natura*, que é entre 1,0 a 1,4 kg (Almeida et al., 2004; Chitarra e Chitarra, 2005).

O valor obtido neste estudo encontra-se próximo da média (1,35 kg) relatada para o Estado da Paraíba para o cultivar Pérola (Almeida et al., 2004), e próximo do verificado (1,38 kg) por Rodrigues et al. (2013) ao estudarem o efeito do fornecimento de doses de 900 e 450 kg ha<sup>-1</sup> de N e K, respectivamente. No entanto, está abaixo dos resultados obtidos por Souza et al. (2007), que observaram valor de 1,74 kg para o cultivar Pérola, e por Melo et al. (2006), cujo valor de 1,77 kg para o cultivar Smooth Cayenne, ambas cultivadas em condições irrigada.

No mercado interno, para o consumo *in natura* as infrutescências com massa mínima de 1.100 g são recomendáveis no período de safra, ao mesmo tempo que, para a época de entressafra as infrutescências com massa mínima com até 800 g são aceitáveis pelo consumidor (Souza e Cardoso, 2000).

Para exportação, a massa do abacaxi está entre 0,7 a 2,3 kg, porém, as infrutescências com massa inferior a 700 g e ou superior a 2,3 kg tem baixo valor comercial para o mercado de frutas *in natura*, sendo recomendado para o aproveitamento industrial (Souza e Cardoso, 2000), podendo ser utilizada na forma de sucos ou doces, porém, com menor retorno financeiro ao produtor. De maneira geral, as infrutescências produzidas estão em conformidade para cultura e adequados para comercialização.

Ainda com relação ao percentual de infrutescências comerciais, para as classes III (1,5 a 1,8 kg) e IV (1,8 a 2,1 kg), verificou-se que não houve efeito significativo entre as doses de nitrogênio e potássio, constatando-se médias de 4,47 e 1,60%, respectivamente.

Pelos resultados, verifica-se que o percentual de infrutescências da classe I (0,9 a 1,2 kg) com valor de 53,43% foi superior em relação a classe II (1,2 a 1,5 kg), registrando-se 40,71%, demonstrando-se a relevância do macronutrientes

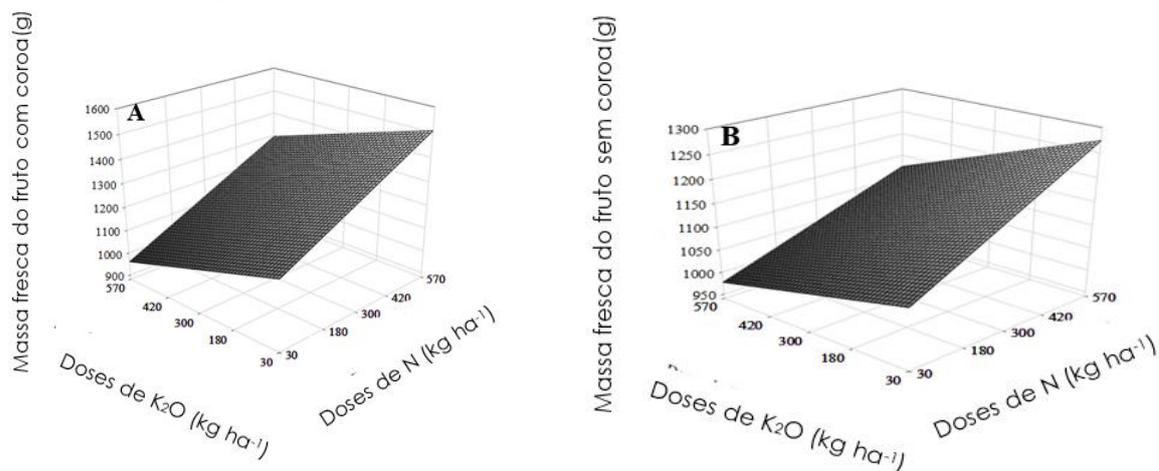
(nitrogênio e potássio) na prática de adubação para obtenção de infrutescências com maiores massas. No entanto, as classes III e IV atingiram menores percentuais, em conjunto representam 6,06% de infrutescências comerciais, nesse caso, com maiores cotações no mercado, o que diverge dos resultados obtidos por Cunha et al. (2005) quando estimaram que em uma lavoura bem manejada e em condições edafoclimáticas favoráveis, cerca de 40% de infrutescências sejam das classes III e IV (maior que 1,5 kg), 40% da classe II (1,2 a 1,5 kg) e 20% da classe I (0,9 a 1,2 kg).

Os valores elevados de infrutescências comerciais na classe I, obtidos no presente trabalho, estão relacionados à precipitação pluviométrica, cujo período de maior índice hídrico ocorrido nos meses de março, junho e setembro (Figura 8), provavelmente promoveu a lixiviação dos nutrientes no solo, o que pode ter contribuído para os baixos valores de massa de infrutescências comerciais da classe II.

Contudo, a ausência de efeito do aumento das doses de K sobre o percentual de frutos da classe II foi verificado por Spironello et al. (2004) que não constataram efeitos significativos das doses de potássio (0 e 700 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O) sobre o percentual de infrutescências do cultivar Smooth Cayenne. Entretanto, com o cultivar Pérola, Carvalho e Oliveira (1992) verificaram maiores percentuais de infrutescências da classe II (1,2 e 1,5 kg) nos tratamentos que receberam maiores doses de K (0 e 360 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O).

Para caracterizar as infrutescências obtidas, verifica-se que para a massa da infrutescência com coroa houve efeito significativo da interação entre N e K<sub>2</sub>O, com elevação da massa a partir do aumento das doses de N, na menor dose de K<sub>2</sub>O, atingindo o máximo de 1.505,85g (Figura 14A). Comportamento semelhante foi verificado para infrutescência sem coroa (Figura 14B), quando atingiram a massa máxima (1.274,22 g) com a aplicação da maior dose de N (570 kg ha<sup>-1</sup>) combinada com a menor dose de K (30 kg ha<sup>-1</sup>), respectivamente.

$$\hat{y} = 1.168,7 + 0,616^{**}N - 0,3983^{**}K \quad R^2 = 0,84 \quad \hat{y} = 1.062,85 + 0,3855^{**}N - 0,1648^{**}K - 0,0002 *N \times K \quad R^2 = 0,54$$



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

**Figura 14.** Massa fresca de infrutescências com coroa (A) e sem coroa (B) do abacaxizeiro cv. Pérola em função das diferentes doses de nitrogênio e potássio

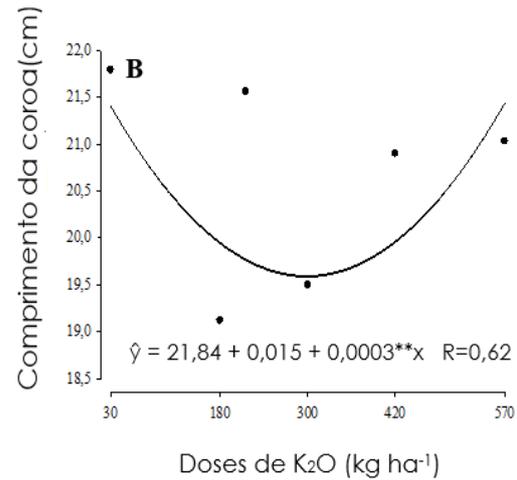
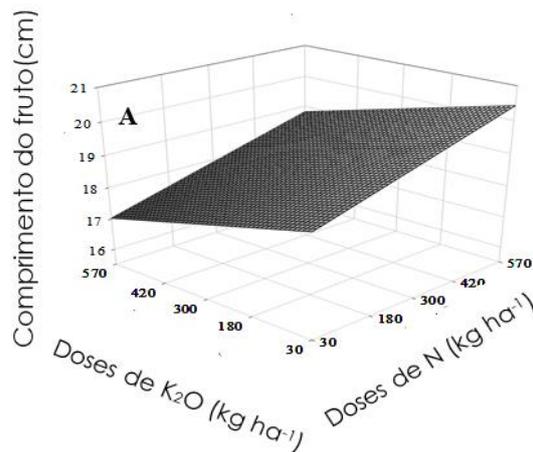
Para o consumo *in natura*, no mercado interno brasileiro, a massa mínima do abacaxizeiro para comercialização deve ser 1.100 g no período de safra, entretanto, para a entressafra brasileira, frutos de menor massa (até 800 g) são também aceitos pelos consumidores (Souza e Cardoso, 2000).

O efeito da adubação potássica sobre a massa de infrutescências foi verificado por Rodrigues et al. (2013), que constataram variação entre 950 a 1.380 g de massa de infrutescências com coroa para o cultivar Pérola com doses equivalentes de potássio. Diferentemente, Rego Filho et al. (2009) obtiveram e massa bem menor de (497 e 960g) para o cultivar Pérola, na dose de 100% de N. Paula et al. (1991) com o cultivar Pérola verificaram que o incremento das doses de 0 a 24,75 g planta<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, resultaram em massa do fruto com coroa de 800 a 1.400 g. De maneira geral, a variação de 960,21 a 1507,93 g para massa de infrutescências com coroa obtido nesta pesquisa, está de acordo com os valores relatados na literatura.

O valor obtido (1.274,22 g) para a massa de infrutescências sem coroa superou o verificado (1.190 g) por Ramos et al. (2014) para massa de infrutescência sem coroa para o cultivar 'Pérola', e também os observados por Oliveira et al. (2015) que foi de 967 g de massa de infrutescências sem coroa para o cultivar Imperial. Porém, o resultado do estudo é inferior ao valor de 1.301 g para infrutescências sem coroa, reportado por Andrade et al. (2015) ao estudar o efeito da adubação convencional NPK.

Com relação ao comprimento da infrutescência (Figura 15A) observou-se que a elevação de N, na menor dose de K<sub>2</sub>O (Figura 15A) resultou no valor de 20,43 cm. Para o comprimento da coroa de infrutescências observou-se que houve ajuste de regressão quadrática, verificando valor mínimo (19,7 cm) em decorrência da aplicação da dose de 250 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, com acréscimo posterior, atingindo 23,04 cm na dose de 570 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Figura 15B).

$$\hat{y} = 18,64 + 0,0033^{**}N - 0,003^{**}K \quad R^2 = 0,52$$



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

**Figura 15.** Comprimento da infrutescência (A) e da coroa (B) do abacaxizeiro cv. Pérola em função das diferentes doses de nitrogênio e potássio

O valor do comprimento de infrutescências (20,43 cm) está acima dos obtidos por Chitarra e Chitarra (2005) para o cultivar 'Pérola', que foram de 15,8 a 16,8 cm de comprimento, no entanto encontra-se próximo do resultado de Reinhardt et al. (2000) que registraram comprimento de 20,5 cm para o abacaxizeiro cv. Pérola.

No presente estudo verificou-se que as infrutescências colhidas no mês de março tinham comprimento máximo de 20,43 cm, provavelmente devido a disponibilidade hídrica (314,6 mm de precipitação pluviométrica) no período de desenvolvimento das infrutescências (Figura 8). Resultados que são confirmados por Pereira et al. (2009) que verificaram maiores comprimentos de infrutescências com e sem coroa para o cultivar Pérola que se desenvolveram em período chuvoso (boa disponibilidade de água).

Para o abacaxizeiro cv. Pérola, variedade mais cultivada na região Nordeste do Brasil, alguns autores vêm evidenciando o efeito da adubação nitrogenada e potássica no comprimento da infrutescência. Franco (2010) estudando o cultivar Pérola fertirrigado com N e K, obteve valor máximo de 27,2 e 15 cm para o comprimento de infrutescências com e sem coroa, respectivamente. Para o abacaxi cv. Pérola, Andrade et al. (2015) reportaram comprimento de infrutescências de 19,97 cm nas condições de campo, com adubação convencional (NPK).

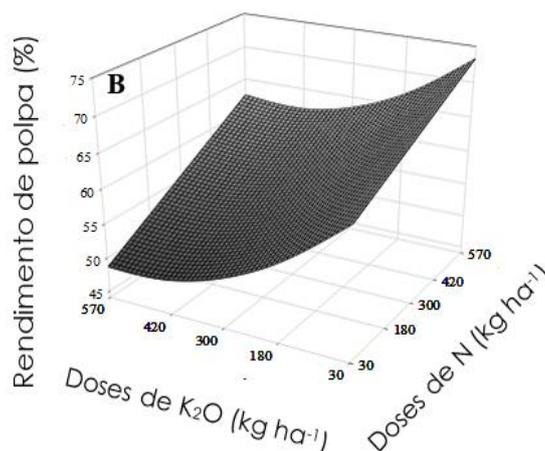
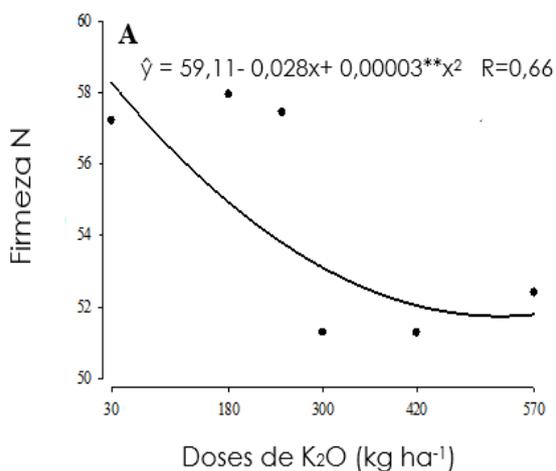
Em relação ao comprimento da coroa das infrutescências do cultivar Pérola, os valores de 19,7 e 23,04 cm foram superiores aos verificados (13,06 cm) por Costa (2013) para o cultivar Pérola, produzido com diferentes fontes e doses de adubos orgânicos, nas condições de Itapororoca-PB. Os valores também foram aos de Rodrigues (2009) quando utilizou a dose de 1.200 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e obteve 18,36 cm, no entanto observou redução do comprimento da coroa das infrutescências do abacaxizeiro cv. Pérola na classe I (0,8 a 1,2 kg), à medida que aumentou as doses de potássio.

Em experimento com o cultivar Pérola, conduzido com adubação convencional (NPK), Andrade et al. (2015) constataram valor máximo (16,17 cm) para o comprimento da coroa inferior aos resultados observados no presente estudo. O tamanho da coroa é de fundamental importância ao mercado de infrutescências destinado à exportação, devido à exigência de padronização de embalagem, sendo o comprimento adequado da coroa entre 5 a 13 cm (Giocomeli, 1981).

Nesse sentido, os valores do comprimento da coroa das infrutescências nesta pesquisa foram superiores ao limite máximo exigido para exportação e ao consumo *in natura*. Segundo Carvalho e Borel (1996), as normas de qualidade dos Estados Unidos da América, para importação estabelece que a coroa não deva ser menor que 9,2 cm e nem maior que o dobro do comprimento do fruto.

Para firmeza das infrutescências do abacaxizeiro cv. Pérola em função da aplicação das doses de potássio constatou-se valor mínimo (52,57 N) com a aplicação da dose de 467 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O (Figura 16A). Quanto ao rendimento de polpa verificou-se que houve interação entre as doses de nitrogênio e potássio (Figura 16B), obtendo valor mínimo (48,48%) de firmeza das infrutescências com à aplicação das doses de 570 e 30 kg ha<sup>-1</sup> de N e K<sub>2</sub>O, respectivamente.

$$\hat{y} = 64,25 + 0,018733*N - 0,063429**K - 0,000061 R^2 = 0,73$$



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

**Figura 16.** Firmeza do fruto íntegro (A) e rendimento de polpa (B) de infrutescências do abacaxizeiro cv. Pérola em função das diferentes doses de nitrogênio e potássio

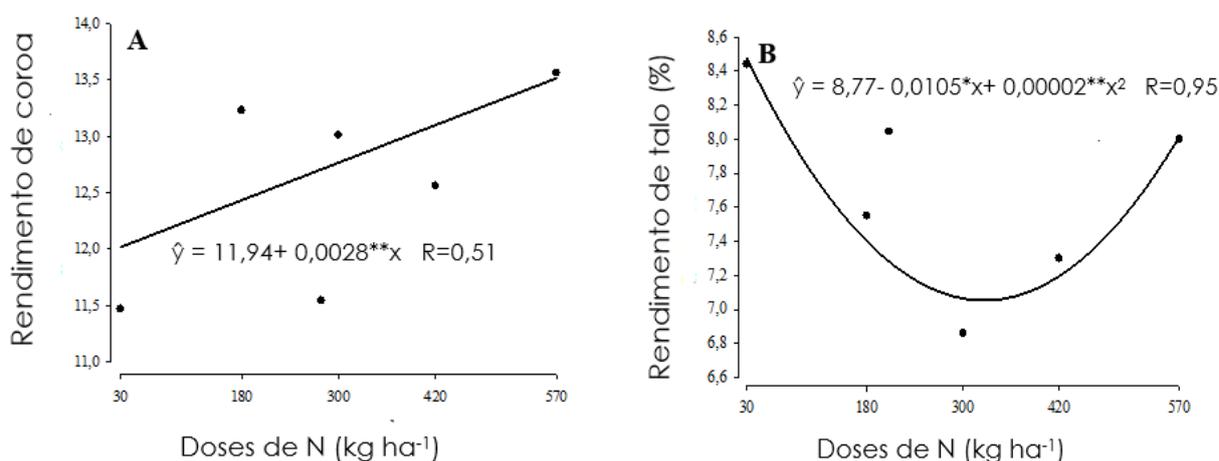
A firmeza de infrutescências decresceu com aumento das doses de potássio, verificando-se valor máximo (52,57 N) com à aplicação da dose de 467 kg ha<sup>-1</sup>, cujo resultado superou o valor de 21,52 N obtidos por Costa (2013) ao estudar o manejo da adubação orgânica e mineral no cultivar Pérola e Andrade et al. (2015), que obtiveram 28,29 N, em condições de campo com adubação convencional, com o cultivar Pérola, enquanto Pereira (2013) reportou que os valores em torno de 10,8 N para firmeza da polpa são característicos do cultivar Pérola.

Contudo, Berilli et al. (2014) observaram máxima firmeza de 5,6 N, ao avaliar o uso de irrigação suplementar e adubação em cobertura via solo, no cultivo 'Pérola', enquanto, Lopes et al. (2014) constataram valor de 8,96 N, com o cultivar Pérola fertirrigado por gotejamento, sendo esses valores inferiores ao desta pesquisa.

O rendimento de polpa de infrutescências do cultivar 'Pérola' de 48,48% foi inferior aos resultados de Andrade et al. (2015), ao estudar as características físicas e manejo convencional da adubação com NPK, os quais obtiveram máxima porcentagem de polpa de 69,91%. Os resultados também foram inferiores aos obtidos por Rodrigues (2009) que verificou maiores valores (55,7%) na classe I (0,8 a 1,2 kg) com a dose de 450 kg ha<sup>-1</sup> de N, enquanto que na classe II (1,2 a 1,5 kg), o resultado foi de 72,6% com a dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> de N.

Ao comparar a qualidade pós-colheita de infrutescências do abacaxizeiro cv. Pérola, cultivado com técnicas de manejo convencional, Costa (2013) reportou maiores rendimentos de 73,14 e 71,20% de polpa para o abacaxizeiro cv. Pérola, quando utilizou manejo orgânico e mineral, respectivamente, enquanto, Pereira (2013) obteve rendimento de polpa de 77,9% com o cultivar Pérola, sendo os valores verificados pelos autores supracitados superiores aos desta pesquisa.

O rendimento da coroa das infrutescências aumentou linearmente com a elevação das doses de nitrogênio, atingindo o valor máximo de 13,53% com uso da dose de 570 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 17A). Em relação ao rendimento de talo houve ajuste dos dados a regressão quadrática, constatando-se valor mínimo em virtude da aplicação da dose de 263 kg ha<sup>-1</sup> de N, atingindo valor de 7,39% com acréscimo posterior, registrando 9,28% na dose de 570 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 17B).



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

**Figura 17.** Rendimento da coroa (A) e do talo (B) de infrutescências do abacaxizeiro cv. Pérola em função das diferentes doses de nitrogênio

O resultado de 13,56% para o rendimento de coroa alcançado neste trabalho, encontra-se superior aos valores obtidos por Rodrigues (2009) que verificou rendimento máximo (12,8 e 12,37%) com a menor dose de 300 kg ha<sup>-1</sup> de N, nas classes I (entre 0,8 e 1,2 kg) e II (entre 1,2 e 1,5 kg) para o abacaxi cv. Pérola.

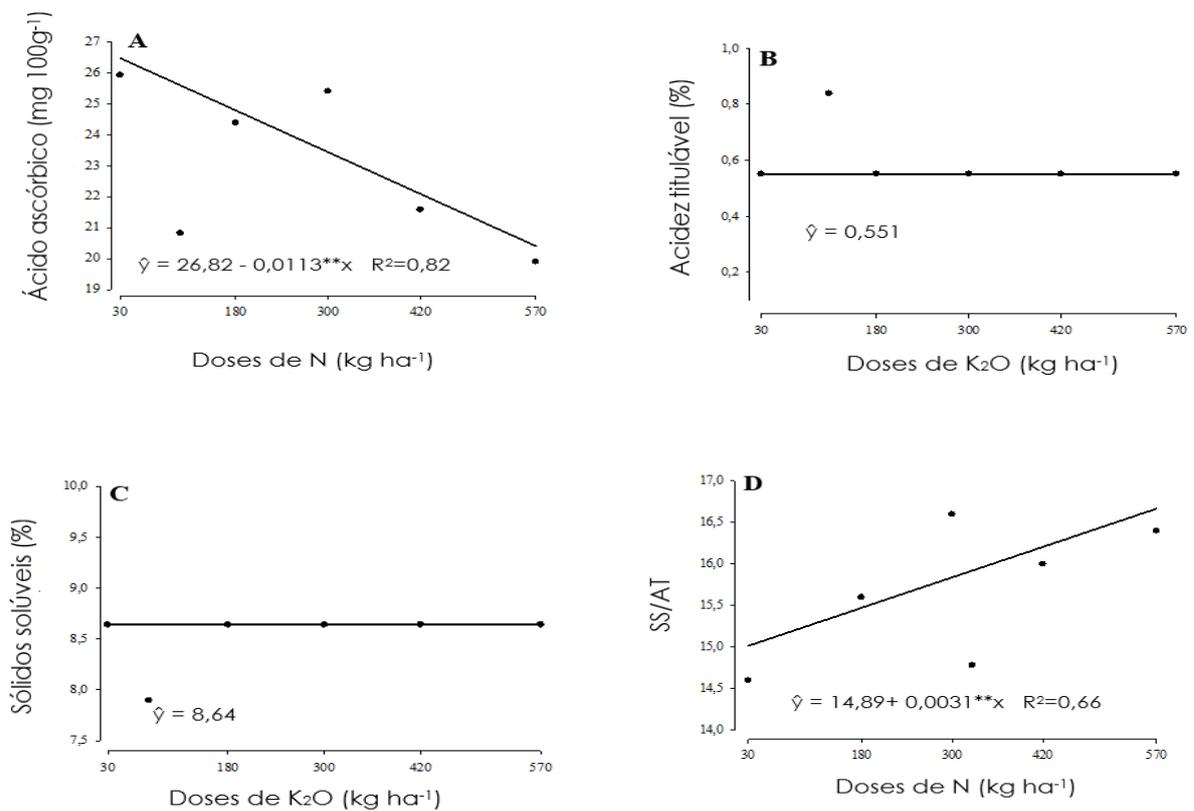
No entanto, resultados inferiores foram obtidos por Costa (2013) que obteve valores entre 5,02 a 6,65% para rendimento de coroa, utilizando fontes orgânica, e rendimento médio de 6,61% sob adubação mineral para o cultivar Pérola, quando comparado com os valores desta pesquisa.

Os resultados do rendimento de coroa para o abacaxi cv. Pérola com aumento das doses de N encontrado não estão de acordo com Costa (2013) que constatou decréscimo do rendimento com aumento das doses de N, neste cultivar.

Analisando o rendimento do talo de infrutescências do cultivar Pérola, os valores de 7,39 a 9,28% observados neste trabalho estão acima do relatado por Costa (2013) que verificou rendimento de talo variando entre 6,62 a 8,54% adubadas com fontes orgânicas, e rendimento médio de 7,97% com adubação mineral. Estes valores estão abaixo dos reportados por Rodrigues (2009) que verificou rendimento de talo de 16,9% com aplicação de 450 kg de N na classe I (entre 0,8 a 1,2 kg), e 20% na classe II (1,2 a 1,5 kg) ao utilizar a dose de 300 kg de N.

O teor de ácido ascórbico foi influenciado pelas doses de potássio, com decréscimo à medida que se aumentou as doses de  $K_2O$  (Figura 18A), obtendo-se valor de 20,38 mg 100 g<sup>-1</sup> com a dose de 570 kg ha<sup>-1</sup> de  $K_2O$ .

As variáveis acidez titulável e teor de sólido solúveis não foram influenciadas pelas doses de potássio, registrando-se valores médios de 0,55% e 8,64 °Brix, respectivamente, (Figura 18 B e C), enquanto, que a relação SS/AT aumentou com as doses de nitrogênio, obtendo valor máximo de 16,66 na dose de 570 kg ha<sup>-1</sup> de N (Figura 18D).



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

**Figura 18.** Ácido ascórbico (A), acidez titulável (B), sólidos solúveis (C) e a relação SS/AT (D) em infrutescências de abacaxizeiro cv. Pérola em função das diferentes doses de nitrogênio e potássio

O decréscimo no teor de ácido ascórbico de 20,38 mg 100g<sup>-1</sup> de polpa em função do aumento das doses de potássio diferiu dos resultados obtidos por Botrel et al. (2004), que constataram acréscimo do teor de ácido ascórbico em função do aumento das doses de K.

O valor do teor de ácido ascórbico, de 20,38 obtido neste trabalho para o cultivar Pérola estão próximos dos valores relatados por Botrel et al. (2004) que verificaram valor de 21,43 mg.100 g<sup>-1</sup> de polpa para as infrutescências do cultivar Pérola adubada com a dose de 8 g k<sub>2</sub>O/planta/ciclo.

O valor foi inferior ao observado por Andrade et al. (2015), ao estudar os aspectos de qualidade de infrutescências de abacaxi cv. Vitória em comparação com o cultivar Pérola, constataram valores de 29,61 e menor que o valor de 14,37 mg 100g<sup>-1</sup>, respectivamente, cultivado sob adubação convencional com NPK. Viana et al. (2013) reportaram valores de ácido ascórbico em torno de 16,21 e 15 mg.100g<sup>-1</sup> para os cultivares Vitória, Pérola e Smooth Cayenne, respectivamente.

Para a acidez titulável (AT), o valor médio de 0,55% obtidos nesta pesquisa encontra-se dentro do intervalo aceitável nos mercados para diferentes épocas, que está entre 0,37 a 0,63% para o cultivar 'Pérola' (Pedreira et al., 2008). A acidez é uma característica que varia entre cultivares e infrutescências de um mesmo cultivar devido a diversos fatores, dentre os quais, encontra-se o grau de maturação e a nutrição mineral (Gonçalves e Carvalho, 2002).

Esse valor médio para a acidez titulável de 0,55% está abaixo dos valores obtidos (0,73 e 0,71%) por Andrade et al. (2015) para os cultivares Pérola e Vitória, nas condições de Itapororoca - PB, com adubação convencional (NPK), e por Rodrigues (2009) que constatou maiores valores de acidez titulável (0,86 e 0,85%) para classe I (entre 0,8 a 1,2 kg) e II (entre 1,2 a 1,5 kg) de infrutescências do cultivar 'Pérola' com a dose de 450 kg ha<sup>-1</sup> de N.

A adubação potássica exerce influência de maneira acentuada na composição química, principalmente, nos sólidos solúveis totais - SS (Silva et al., 2015), entretanto, no presente estudo não foram observadas diferenças entre os valores de sólidos solúveis em função das doses de K, o que concorda com os resultados obtidos por vários autores (Souza et al., 1992; Razzaque e Hanafi, 2001; Veloso et al., 2001).

Todavia, alguns autores (Paula et al., 1991; Malézieux e Bartholomew, 2003; Vidas et al., 2004) reportaram efeitos positivos da adubação potássica sobre os valores de sólidos solúveis.

O valor de 8,64% para o teor de sólidos solúveis dessa pesquisa para o abacaxizeiro cv. 'Pérola' está abaixo do teor mínimo (12%), a partir do qual a infrutescência é considerada madura de acordo com as Normas de Classificação de Abacaxi proposta por Hortibrasil (2010), de forma que as infrutescências com teor de sólidos solúveis de 8,64% analisadas nesta pesquisa foram classificadas como imaturas. Porém, Andrade et al. (2015) avaliando o teor de sólidos solúveis das infrutescências do abacaxizeiro cv. Pérola colhido no estágio de maturação comercial (coloração verde com início de pintas amareladas) constataram teor de 13,28%, considerado ideal para o consumo *in natura* por Chitarra e Chitarra (2005), cujos valores estão entre 14 e 16% para o cultivar Pérola.

O mercado externo e a indústria preferem infrutescências menos doces, com valores de sólidos solúveis entre 14 e 16%, enquanto o mercado interno opta por infrutescências mais doces (Carvalho, 1994). Neste experimento, o valor analisado é inferior aos observados para o cultivar Pérola por Cunha et al. (2007) que obtiveram 14,6% de sólido solúveis, como também por Kist et al. (2011) que observaram valores médios de sólidos solúveis variando de 13,3 a 14,3%. O valor do grau °Brix, de aproximadamente 8,6 observado para o abacaxizeiro na área experimental, provavelmente foi devido ao manejo nutricional, época de colheita, estágio de maturação e as condições climáticas.

A relação entre a SS/AT foi influenciada pelas doses crescente de nitrogênio, obtendo-se valor de 16,66 (Figura 18D), cuja relação é frequentemente utilizada na avaliação do sabor de infrutescências de abacaxizeiro, uma vez que reflete o

balanço entre ácidos e açúcares. Neste sentido, torna-se importante ressaltar a influência dos valores da relação SS/AT sobre a aceitação da infrutescência no mercado.

As infrutescências destinadas ao mercado externo e indústria exigem uma relação próxima a 12, enquanto aquelas destinadas ao mercado interno devem ter relação maior que 12 (Souza, 1999), de forma que uma elevada relação SS/AT é preferível para o mercado interno, devido à preferência por polpa mais doce. Avaliando características sensoriais de diferentes cultivares de abacaxi, Berilli et al. (2011) reportaram relação SS/AT superior a obtida neste trabalho, cujo valor foi de 22,17 para o cultivar Pérola.

No entanto, Rodrigues (2009) verificou ausência de efeito das relações K/N sobre a relação SS/AT em abacaxi cv. Pérola, registrando-se valor de 15,34 com a aplicação da maior dose de 450 kg ha<sup>-1</sup> de N, em condições de sequeiro, no município de Santa Rita-PB. Por sua vez, Andrade et al. (2015) ao avaliarem as características sensoriais das infrutescências de diferentes cultivares constataram uma relação de SS/AT de 22,7 para o cultivar Pérola. Por outro lado, Cunha et al. (2007) verificaram valor superior (42,7) da relação SS/AT para o cultivar Pérola.

### **Componentes principais e análise de cluster**

A análise de componentes principais (ACP) foi utilizada para resumir as características avaliadas, permitindo identificar três componentes principais, que juntos representam 74,5% da variância total das características originais, sendo o primeiro componente responsável por 32,7% da variação, o segundo por 18,9% e o terceiro por 22,9% (Tabela 2).

Para o componente principal 1 (CP1), as principais variáveis que explicaram a variabilidade entre os tratamentos foram largura mediana (LM), massa fresca (MF) e massa seca (MS) da folha 'D', produtividade (PROD), massa fresca do fruto com (PFC) e sem coroa (PFS), comprimento (CPF) e diâmetro médio de infrutescência (DMF) e rendimento de casca (CASC). Em relação ao componente principal 2 (CP2), o mesmo está relacionado a valores negativos para o comprimento (CP), largura basal (LB), massa fresca (MF) e massa seca (MS) da folha 'D', comprimento de coroa (COR), rendimento da polpa e acidez titulável, enquanto que para o componente principal 3 (CP3), a principal característica que explica a variabilidade foi o rendimento de casca (CASC).

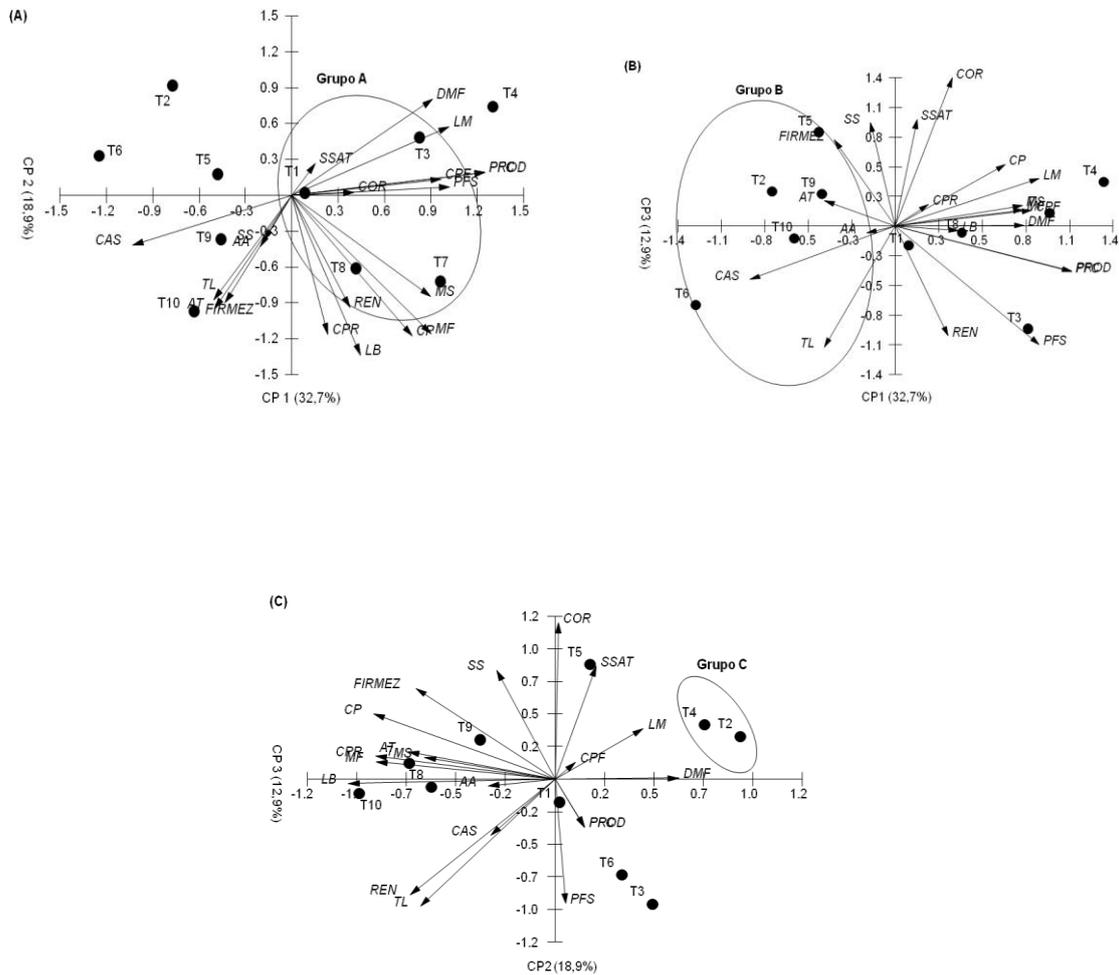
Através dos autovetores das variáveis em relação às características de crescimento vegetativo e qualidade de infrutescências de abacaxizeiro cv. 'Pérola', adubadas com diferentes doses de N e K<sub>2</sub>O verifica-se que a partir de semelhanças observadas nas características de abacaxizeiro cv. 'Pérola', os tratamentos aplicados foram separados em três grupos.

**Tabela 2.** Autovetores de três componentes principais (CP1, CP2 e CP3) de variáveis relacionadas com o crescimento vegetativo, produtividade e qualidade de infrutescências do abacaxizeiro cv. Pérola em função da adubação nitrogenada e potássica

Características	Autovetores		
	CP1	CP2	CP3
CP	0,229	<b>-0,345</b>	0,189
LB	0,131	<b>-0,393</b>	-0,012
LM	<b>0,300</b>	0,168	0,146
MF	<b>0,265</b>	<b>-0,340</b>	0,050
MS	<b>0,264</b>	<b>-0,248</b>	0,063
PROD	<b>0,367</b>	0,057	-0,137
PFC	<b>0,367</b>	0,056	-0,139
PFS	<b>0,300</b>	0,020	<b>-0,361</b>
CPF	<b>0,284</b>	0,040	0,048
DMF	<b>0,267</b>	0,236	0,003
CPR	0,069	<b>-0,342</b>	0,067
COR	0,118	0,007	<b>0,453</b>
CAS	<b>-0,302</b>	-0,122	-0,163
TL	-0,148	-0,256	<b>-0,369</b>
REN	0,110	<b>-0,276</b>	<b>-0,334</b>
FIRMEZ	-0,127	-0,265	0,263
AT	-0,147	<b>-0,280</b>	0,078
SS	-0,052	-0,111	0,316
SS/AT	0,045	0,079	<b>0,327</b>
AA	-0,060	-0,126	-0,020
Autovalores ( $\lambda$ )	6,538	3,764	2,586
VE (%)	32,7	18,9	12,9
VA (%)	32,7	51,5	64,4

CP = comprimento da folha 'D'; LB = largura basal da folha 'D'; LM= largura mediana da folha 'D'; MF =massa fresca da folha 'D'; MS = massa seca da folha 'D'; PROD = produtividade; PFC = massa fresca de infrutescência com coroa; PFS = massa fresca de infrutescência sem coroa; CPF= comprimento de infrutescência; DMF= diâmetro médio de infrutescência; CPR= comprimento de infrutescência com coroa; COR= rendimento coroa; REN= rendimento de polpa; FIRMEZ= firmeza de infrutescência; AT= acidez titulável; SS= sólido solúvel; SS/AT= sólido solúvel/ acidez titulável; AA= ácido ascórbico;  $\lambda$ = Autovalores; VE= variância explicada; VA= variância acumulada.

**Figura 19.** Autovetores das variáveis relacionadas com crescimento vegetativo, produtividade e qualidade de infrutescências com nutrição mineral do abacaxizeiro cv. Pérola e scores de três componentes principais: (A) CP1 e CP2, (B) CP2 e CP3 e (C) CP1 e CP3



Os tratamentos (1-10) correspondentes a combinações de N e K<sub>2</sub>O (kg ha<sup>-1</sup>) aplicados como T1 = 180: 180, T2 = 180: 420, T3 = 420: 180, T4 = 420: 420, T5 = 300: 300, T6 = 30: 180, T7 = 570: 420, T8 = 180: 30, T9 = 420: 570 e T10 = 30: 30.

Para os tratamentos T1, T3, T7 e T8 (Grupo A) houve maiores valores para produtividade (PROD), massa fresca de infrutescência com (PFC) e sem coroa (PFS), comprimento de infrutescência (CPF) e da coroa (CPR), diâmetro médio de infrutescência (DMF), comprimento (CP), largura mediana (LM) e basal (LB), massa fresca (MF) e seca (MS) da folha 'D', comprimento de coroa (COR) e de polpa de fruto (REND) e a relação SS/AT, principalmente no eixo dos componentes CP1 e CP2.

Por sua vez, nos tratamentos T2, T5, T6, T9 e T10 (Grupo B) o valor foi positivo no eixo CP1 e CP3 com maior firmeza (FIRM), acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA), rendimento de casca (CASC) e de talo (TL), enquanto para o tratamento T4 e T2 (Grupo C) os valores foram positivos, principalmente no eixo dos componentes CP2 e CP3.

As variáveis com maiores contribuições foram produtividade (PROD) e massa fresca de infrutescência com coroa (PFC) que estavam positivamente relacionadas ao CP1 (Tabela 2), indicando altos valores como resultados das combinações de 480 com 180 de N e K<sub>2</sub>O, para o (Grupo A). Por sua vez, o rendimento de casca do fruto resultou numa forte contribuição negativa para CP1.

No entanto, o comprimento de coroa (COR) e a relação SS/AT foram às variáveis com maiores contribuições para o CP3. Enquanto, a variável rendimento de polpa (REND) apresentou valor negativo em CP2 e CP3, respectivamente, promovendo uma redução quando aplicado às combinações de 180 com 30 de N e K<sub>2</sub>O no (Grupo A).

## Conclusões

Nas condições em que este trabalho foi realizado:

- 1- A dose de 570 kg ha<sup>-1</sup> de N promoveu maior comprimento e massa fresca da folha 'D', aos 300 dias após o plantio;
- 2- A aplicação das doses de 570 kg ha<sup>-1</sup> de N e 30 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O proporcionam infrutescências com massa de 1.507,87 g e produtividade de 62.85 t ha<sup>-1</sup>;
- 3- As doses crescentes de nitrogênio possibilitaram efeito positivo aos atributos físico-químicos de infrutescências do abacaxizeiro cv. Pérola.

## Referências

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.

ALMEIDA, C.O.; VILAR, L.C.; SOUZA, L.F.S.; REINHARDT, D.H.; MACEDO, M.C. Peso médio do abacaxi no Brasil: um termo em discussão. **Bahia Agrícola**, Salvador, v.6, n.3, p.41-46, 2004.

ANDRADE, M.G.S.; SILVA, S.M.; SOARES, L.G.; DANTAS, A.L.; LIMA, R.P.; SOUZA, A.S.B.; MELO, R.S. Aspectos da qualidade de infrutescências dos abacaxizeiros 'Pérola' e 'Vitória'. **Agropecuária Técnica**, Areia, v.36, n.1, p. 96-102, 2015.

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

ARAÚJO, J.R.G.; AGUIAR JÚNIOR, R.A.; CHAVES, A.M.S.; REIS, F.O.; MARTINS, M.R. Abacaxi 'Turiaçu': cultivar tradicional nativa do Maranhão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.4, p.1270-1276, 2012.

BERILLI, S.S.; FREITAS, S.J.; SANTOS, P.C.; OLIVEIRA, J.G.; CAETANO, L.C.S. Avaliação da qualidade de frutos de quatro genótipos de abacaxi para consumo *in natura*. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, n.2, p.503-508, 2014.

BOTREL, N.; SOUZA, L.; SOARES, A.; MEDINA, V.; FREITAS, S. Influência do potássio na suscetibilidade ao escurecimento interno do abacaxi 'Pérola' (*Ananas comosus* L.). **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, Hermosillo, v.6, n.1, p.17-23, 2004.

BREGONCI, I.S.; SCHMILDT, E.R.; COELHO, R.I.; REIS, E.F.; BRUM, V.J.; SANTOS, J.G. Adubação foliar com macro e micronutrientes no crescimento de mudas

micropropagadas do abacaxizeiro cv. Gold [*Ananas comosus* (L.) Merrill] em diferentes recipientes. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.32, n.3, p.705-711, 2008.

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**, Jaboticabal, v.35, n.3, p.883-890, 2013.

CARVALHO, L.M.J. **Clarificação de suco de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill), por microfiltração e ultrafiltração para uso em refrigerante**. 1994. 96f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Itaguaí, 1994.

CARVALHO, M.J.D.A.S., OLIVEIRA, Z.P. Níveis de adubação para a cultura do abacaxizeiro em alguns solos do Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.14, n.3, p.7-11, 1992.

CARVALHO, V.D.; BOTREL, N. Características da fruta de exportação. In: GORGATTI NETTO, A. (Ed.). **Abacaxi para exportação**: procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília, DF: Embrapa/SPI, 1996. p.7-15. (Publicações técnicas Frupep, 23).

CEAGESP. **Programa brasileiro para modernização da horticultura: normas de classificação do abacaxi**. São Paulo: Central de Qualidade em Horticultura, 2003. (Documentos, 24).

CHITARRA, M.I.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças**: fisiologia e manuseio. 2.ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

COSTA, J.P. **Desenvolvimento e qualidade de infrutescência do abacaxizeiro "Pérola" produzido sob diferentes fontes e doses de adubos orgânicos no Estado da Paraíba**. 2013. 120f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, 2013.

CUNHA, G.A.P. Implantação da cultura. In: CUNHA, G.A.P.; CABRAL, J.R.S.; SOUZA, L.F.S. (Org.). **O abacaxizeiro**: cultivo, agroindústria e economia. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. p.139-167.

CUNHA, G.A.P. REINHARDT, D.H.; MATOS, A.P.; SOUZA, L.F.S.; SANCHES, N.F.; CABRAL, J.R.S.; ALMEIDA, O.A. **Recomendações técnicas para o cultivo do abacaxizeiro**, 2005. Circular Técnica EMBRAPA, 73.

CUNHA, G.A.P.; CABRAL, J.R.S.; MATOS, A.P.; CALDAS, R.C. Avaliação de genótipos de abacaxi resistentes à fusariose em coração de Maria, Bahia. **Magistra**, Cruz das Almas, v.19, n.3, p.219-223, 2007.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2.º ed. Rio de Janeiro, 2006. 212p.

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

FAOSTAT, FAO. **Food and agriculture organization of the united nations statistics division**. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/browse/Q/E.>>. Acesso em: 10 de Fevereiro de 2016.

FRANCO, L.R.L. **Crescimento, produção e qualidade do abacaxizeiro 'Pérola' sob diferentes lâminas de irrigação por gotejamento**. 2010. 60f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, 2010.

FRANCO, L.R.L.; MAIA, V.M.; LOPES, O.P.; FRANCO, W.T.N.; SANTOS, S.R. Crescimento, produção e qualidade do abacaxizeiro 'Pérola' sob diferentes lâminas de irrigação. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.27, n.2, p.132-140, 2014.

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

GONÇALVES, N.B.; CARVALHO, V.D. **Características do abacaxi**. Toda Fruta, Ed. de 13 dez. 2002. <<http://www.todafruta./abacaxi/>>Disponível em: Acesso em: 15 de dezembro de 2016.

GRANADA, G.G.; ZAMBIAZI, R.C.; MENDONÇA, C.R.B. Abacaxi: produção, mercado e subprodutos. **Boletim Centro de Pesquisas e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.22, n.2, p.405-422, 2004.

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**, Viçosa, v.35, n.4, p.1367-1376, 2011.

HANAFI, M.M.; HALIMAH, A. Nutrient supply and dry-matter partitioning of pineapple cv. Josapine on sandy tin tailings. **Fruits**, Paris, v.59, n.5, p.359-366, 2004.

HORTIBRASIL - **INTITUTO BRASILEIRO DE QUALIDADE EM HORTICULTURA**. Disponível: Acesso em:<<http://www.hortibrasil.org.br/abacaxi.pdf>> Disponível em: Acesso em: 15 de dezembro de 2016.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. v.1., 3.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 maio de 2016.

KIST, H.G.K.; RAMOS, J.D.; PIO, R.; SANTOS, V. Diquat e ureia no manejo da floração natural do abacaxizeiro 'Pérola'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.4, p.1048-1054, 2011.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948. 478p.

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

LOPES, O.P.; MAIA, V.M.; SANTOS, S.R.; MIZOBUTSI, G.P.; PEGORARO, R.F. Proteções contra queima solar de frutos de abacaxizeiro submetido a diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, n.3, p.748- 754, 2014.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Potassa e do Fósforo, 1997. 319p.

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.

MALÉZIEUX, E.; CÔTE, F.; BARTHOLOMEW, D.P. Crop environment, plant growth and physiology. In: BARTHOLOMEW, D.P.; PAUL, R.E.; ROUBACH, K.G. (eds.) **The pineapple, botany, production and uses**. Honolulu: CAB, 2003. p.69-107.

MARQUES, L.S.; ANDREOTTI, 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. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.3, p.1004-1014, 2011.

MARQUES, L.S.; ANDREOTTI, M.; BUZETTI, S.B.; TEIXEIRA FILHO, M.C.; GARCIA, C.M.P. Análise química da folha "D" de abacaxizeiro cv. Smooth Cayenne antes e após a indução floral em função de doses e parcelamentos de nitrogênio. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.29, n.1, p.41-50, 2013.

MEDEIROS JUNIOR, F.J. **Trocãs gasosas e crescimento do abacaxizeiro 'Pérola' adubado com nitrogênio e potássio**, 2016. 36f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2016.

MELO, A.S. AGUIAR NETTO, A.O.A.; NETO, J.D.; 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**, Santa Maria, v.36, n.1, p.93-98, 2006.

OLIVEIRA, A.M.G.; NATALE, W.; ROSA, R.C.C.; JUNGHANS, D.T. Qualidade do abacaxizeiro "BRS Imperial" em função de doses de N-K. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.37, n.2, p.497-506, 2015.

OLIVEIRA, A.M.G.; SOUZA, L.F.S.; CABRAL, J.R.S.; COUTINHO, S.C.; BENFICA, A.F. Recomendação de adubação para abacaxi Pérola não irrigado em municípios do Extremo Sul da Bahia: 1ª aproximação. In: Reunião brasileira de fertilidade do solo

e nutrição de plantas, 27, 2006, Bonito. **Anais...** Bonito: SBCS: SBM: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. p.1-4.

OLIVEIRA, E.F.; CARVALHO, R.A; LACERDA, J.T.; CHOIRY, S.A.; BARREIRO NETO, M. **Abacaxi**: sistema de cultivo para o tabuleiro paraibano. João Pessoa: EMEPA, 2002. 38p.

PAULA, M.B.; CARVALHO, V.D.; NOGUEIRA, F.D.; SOUZA, L.F.S. Efeito da calagem, potássio, e nitrogênio na produção e qualidade do fruto do abacaxizeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.9, p.1337-1343, 1991.

PEDREIRA, A.C.C.; NAVES, R.V.; NASCIMENTO, J.L. Variação sazonal da qualidade do abacaxi cv. Pérola em Goiânia, Estado de Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.38, n.4, p.262-268, 2008.

PEREIRA, A.P.A. **Qualidade pós-colheita de frutos de abacaxi 'Pérola' e 'Turiaçu': influências das condições de armazenamento e avaliação sensorial**. 2013. 81f. Dissertação (Mestrado em Agroecologia) - Universidade Estadual do Maranhão, São Luís, 2013.

PEREIRA, M.A.B.; SIEBENEICHLER, S.C.; LORENÇONI, R.; ADORIAN, G.C.; SILVA, J.C.; GARCIA, R.B.M.; PEQUENO, D.N.L.; SOUZA, C.M.; BRITO, R.F.F. Qualidade do fruto de abacaxi comercializado pela Cooperfruto - Miranorte - TO. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.4, p.1048-1053, 2009.

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**, Jaboticabal, v.33, n.1, p.261-271, 2011.

RAMOS, M.J.M.; PINHO, L.G.R. Physical and quality characteristics of Jupí pineapple fruits on macronutrient and boron deficiency. **Natural Resources**, Aracajú, v.5, n.8, p.359-366, 2014.

RAZZAQUE, A.H.M.; HANAFI, M.M. Effect of potassium on growth, yield and quality of pineapple in tropical peat. **Fruits**, Paris, v.56, n.1, p.45-49, 2001.

RÊGO FILHO, L.M.; BERNARDO, S.; SOUSA, E.F.; RIBAS, M.L.; PELEGRINI, A.C.; FREITAS, S.P.; ANDRADE, S.G. Efeito da irrigação sobre características químicas e físicas de frutos do abacaxi "pérola" no norte fluminense. **Ciência e Cultura. Revista Científica Multidisciplinar do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos**, Barretos, v.4, n.2, p.53-62, 2009.

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 and diseases, yield and fruit quality aspects. **Fruits**, Paris, v.57, n.1, p.43-53, 2002.

REINHARDT, D.H.; CUNHA, G.A.P. Manejo da floração. In: REINHARDT, D.H.; SOUZA, L.F.S.; CABRAL, J.R.S. **Abacaxi: produção-aspectos técnicos**. Brasília, Embrapa, 2000. p.41-45.

REINHARDT, D.H.; LIMA, V.P.; COSTA, J.A. **Desbaste de mudas tipo filhote na cultura do abacaxi**. Cruz das almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. 4p. (Comunicado Técnico, 67).

REINHARDT, D.H.R.C.; MEDINA, V.M. Crescimento e qualidade do fruto do abacaxi cvs. Pérola e Smooth Cayenne. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.27, n.3, p.435-447, 1992.

REIS, L.L. **Avaliação de cultivares de abacaxi submetidos a doses de NPK**. 2015. 136f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, Botucatu, 2015.

REIS, L.L.; TARSITANO, M.A.A.; HIRAKI, S.S.; BARDIVIESSO, D.M. Custo de produção e rentabilidade de abacaxizeiro cv. Pérola em Cassilândia (MS), sob diferentes doses de potássio. **Biosciense Journal**, Uberlândia, v.28, n.5, p.725-733, 2012.

RODRIGUES, A.A. **Nutrição mineral, produção, qualidade e análise econômica do abacaxizeiro cv. Pérola em função das relações K/N**. 2009. 148f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências agrárias, Areia, 2009.

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**, Jaboticabal, v.35, n.2, p.625-633, 2013.

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

SAS. **Institute Statistical analysis system**. version 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**, Viçosa, v.36, n.2, p.447-456, 2012.

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

SILVA, A.P.; ALVAREZ, V.H.; SOUZA, A.P.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F.; DANTAS, J.P. Sistema de recomendação de fertilizantes e corretivos para a cultura do abacaxi-fertcalc-abacaxi. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.5, p.1269-1280, 2009.

SILVA, D.F.; PEGORARO, R.F.; MEDEIROS, A.C.; LOPES, P.A.; CARDOSO, M.M.; MAIA, V.M. Nitrogênio e densidade de plantio na avaliação econômica e qualidade de frutos de abacaxizeiro. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.45, n.1, p.39-45, 2015.

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

SOUZA, E.P. **Desenvolvimento, nutrição mineral, produção e qualidade de infrutescência do abacaxizeiro 'Gold' em função das relações K/N**. 2010. 103f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Areia, 2010.

SOUZA, J.S.; CARDOSO, C.E.L. Comercialização. In: REINHARDT, D.H; SOUZA, L.F.S.; CABRAL, J.R.S. (Ed.). **Abacaxi: produção**. Brasília, DF: Embrapa, 2000. p.69-70.

SOUZA, L.F.S. Exigências edáficas e nutricionais. In: CUNHA, G.A.P.C.; CABRAL, J.R.S.C.; SOUZA, L.F.S. (Org.). **O abacaxizeiro: cultivo, agroindústria e economia**. Brasília: Embrapa, 1999. p.67-82.

SOUZA, L.F.S.; CUNHA, G.A.P.; RODRIGUES, E.M.; CALDAS, R.C. Fracionamento e épocas de aplicação de adubos na cultura do abacaxizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.14, n.2, p.13-17, 1992.

SPIRONELLO, A.; QUAGGIO, J.A.; TEIXEIRA, L.A.J.; FURLANI, P.R.; SIGRIST, J.M.M. Pineapple yield and fruit quality effected by NPK fertilization in a tropical soil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.1, p.155-159, 2004.

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

TURRENT, F.A.; LAIRD, R.J. La matriz experimental Plan Pluebla, para ensayos sobre prácticas de producciión de cultivos. **Revista Agrociencia**, Chapingo, n.19, p.117-143, 1975.

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

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. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.43, n.7, p.11551161, 2013.

VIEGAS, I.J.M.; THOMAZ, M.A.A.; SILVA, J.F.; CONCEIÇÃO, E.O.; NAIFF, A.P.M. Efeito da omissão de macronutrientes e boro no crescimento, nos sintomas de deficiências nutricionais e na composição mineral de plantas de camu camuzeiro. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.26, n.2, p. 15-319, 2004.

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

## ANEXOS

### CAPÍTULO I

**Tabela 1.** Resumo das análises de variância e regressão para as variáveis: índices SPAD, teores foliares de clorofila, nitrogênio, fósforo e, potássio em folha ‘D’ do abacaxizeiro ‘Pérola’ em função da adubação nitrogenada e potássica, Areia-PB

FV	GL	SPAD	Clorofila	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
BLOCO	2	16,4689 <sup>ns</sup>	94,5662 <sup>ns</sup>	0,4157 <sup>ns</sup>	0,000028 <sup>ns</sup>	0,7878 <sup>ns</sup>
TRAT	(9)	109,8898 <sup>**</sup>	62,9225 <sup>ns</sup>	3,3509 <sup>ns</sup>	0,000096 <sup>ns</sup>	5,8323 <sup>ns</sup>
Regressão						
N-L	1	4,5259 <sup>ns</sup>	15,7142 <sup>ns</sup>	27,3231 <sup>ns</sup>	0,000396 <sup>ns</sup>	15,4197 <sup>ns</sup>
N-Q	1	250,5468 <sup>**</sup>	58,8492 <sup>ns</sup>	1,7022 <sup>ns</sup>	0,000119 <sup>ns</sup>	22,1729 <sup>ns</sup>
K-L	1	189,3017 <sup>**</sup>	5,7092 <sup>ns</sup>	0,0179 <sup>ns</sup>	0,000054 <sup>ns</sup>	0,8807 <sup>ns</sup>
K-Q	1	211,1703 <sup>**</sup>	3,2485 <sup>ns</sup>	0,2557 <sup>ns</sup>	0,000021 <sup>ns</sup>	2,9177 <sup>ns</sup>
D-L	1	3055,8108 <sup>**</sup>	515,5655 <sup>*</sup>	56,6213 <sup>*</sup>	0,001850 <sup>*</sup>	2,8259 <sup>ns</sup>
D-Q	1	125,3962 <sup>**</sup>	483,0795 <sup>*</sup>	2,2832 <sup>ns</sup>	0,000210 <sup>ns</sup>	31,3228 <sup>ns</sup>
N-L x K-L	1	1,4137 <sup>ns</sup>	19,5185 <sup>ns</sup>	0,0007 <sup>ns</sup>	0,000032 <sup>ns</sup>	0,0835 <sup>ns</sup>
N-L x D -L	1	2,4059 <sup>ns</sup>	22,5718 <sup>ns</sup>	1,7019 <sup>ns</sup>	0,000011 <sup>ns</sup>	0,0351 <sup>ns</sup>
K-L x D-L	1	0,1433 <sup>ns</sup>	7,6495 <sup>ns</sup>	1,1716 <sup>ns</sup>	0,000018 <sup>ns</sup>	0,5706 <sup>ns</sup>
N-L x K-L x D-L	1	127,339 <sup>**</sup>	32,8228 <sup>ns</sup>	0,0693 <sup>ns</sup>	0,000000 <sup>ns</sup>	12,8661 <sup>ns</sup>
RESÍDUO	78	9,8031	120,7819	12,1004	0,000333	24,8441
CV (%)		6,15	50,17	39,24	15,88	36,36
Média		50,91	21,91 mg g <sup>-1</sup>	8,86 g kg <sup>-1</sup>	0,11 g kg <sup>-1</sup>	13,71 g kg <sup>-1</sup>

GL= grau de liberdade, L=Linear, Q= quadrático, D= dia após o plantio, N= nitrogênio, K= potássio

<sup>ns</sup>, <sup>\*\*</sup> e <sup>\*</sup>: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Tabela 2.** Resumo das análises de variância e regressão para as variáveis: nitrogênio, fósforo e potássio cultivado em solo com planta do abacaxizeiro ‘Pérola’ em função da adubação nitrogenada e potássica, Areia-PB

FV	GL	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
BLOCO	2	21.767,4333 **	16,7455 <sup>ns</sup>	2.066,1076 <sup>ns</sup>
TRAT	(9)	3.596,6419 <sup>ns</sup>	56,4715 <sup>ns</sup>	1.019,1951 <sup>ns</sup>
<b>Regressão</b>				
N-L	1	11.377,3592 <sup>ns</sup>	10,6117 <sup>ns</sup>	2.000,5464 <sup>ns</sup>
N-Q	1	299,0607 <sup>ns</sup>	125,1629 <sup>ns</sup>	998,7279 <sup>ns</sup>
K-L	1	2.274,6594 <sup>ns</sup>	41,5588 <sup>ns</sup>	62,0405 <sup>ns</sup>
K-Q	1	148,5546 <sup>ns</sup>	95,8921 <sup>ns</sup>	226,9396 <sup>ns</sup>
D-L	1	7.630,2966 <sup>ns</sup>	393,5581*	7.019,8624*
D-Q	1	1.151,0697 <sup>ns</sup>	15,7065 <sup>ns</sup>	892,7332 <sup>ns</sup>
N-L x K-L	1	36,1657 <sup>ns</sup>	58,0527 <sup>ns</sup>	199,4409 <sup>ns</sup>
N-L x D-L	1	1.841,2008 <sup>ns</sup>	2,5972 <sup>ns</sup>	21,3814 <sup>ns</sup>
K-L x D-L	1	7.301,7352 <sup>ns</sup>	0,0399 <sup>ns</sup>	1.022,4954 <sup>ns</sup>
N-L x K-L x D-L	1	2.399,0926 <sup>ns</sup>	152,8475 <sup>ns</sup>	589,7441 <sup>ns</sup>
RESÍDUO	78	4.043,6726	62,5521	1.534,7369
CV (%)		29,48	70,71	76,27
Média		215,72 mg dm <sup>-3</sup>	11,18 mg dm <sup>-3</sup>	51,36 mg dm <sup>-3</sup>

GL= grau de liberdade, L=Linear, Q= quadrático, D= dias após o plantio, N= nitrogênio, K= potássio  
<sup>ns</sup>, \*\* e \*: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

## CAPÍTULO II

**Tabela 1.** Resumo das análises de variância e regressão para as variáveis: massa fresca, massa seca, comprimento, largura basal e largura mediana em função das doses de nitrogênio e potássio analisadas ao longo do ciclo da cultura do abacaxizeiro ‘Pérola’, Areia-PB

FV	GL	Massa fresca da folha D	Massa seca da folha D	Comprimento da folha D	Largura basal da folha D	Largura mediana da folha D
BLOCO	2	193,4002*	5,4185**	607,7588**	2,6946*	2,7032**
TRAT	(9)	(55,6519) <sup>ns</sup>	(1,2028) <sup>ns</sup>	(23,2372) <sup>ns</sup>	(0,5508) <sup>ns</sup>	(0,7035) <sup>ns</sup>
Regressão						
N-L	1	179,4011*	0,068 <sup>ns</sup>	21,4417 <sup>ns</sup>	1,1527 <sup>ns</sup>	1,1783 <sup>ns</sup>
N-Q	1	47,725 <sup>ns</sup>	0,0061 <sup>ns</sup>	1,5309 <sup>ns</sup>	2,1296 <sup>ns</sup>	0,1726 <sup>ns</sup>
K-L	1	148,3342 <sup>ns</sup>	0,6937 <sup>ns</sup>	53,5512 <sup>ns</sup>	0,0834 <sup>ns</sup>	0,1153 <sup>ns</sup>
K-Q	1	70,9739 <sup>ns</sup>	0,2794 <sup>ns</sup>	32,9042 <sup>ns</sup>	1,1327 <sup>ns</sup>	0,5426 <sup>ns</sup>
D-L	1	651,8062**	22,228**	277,0396**	6,9051**	14,0670**
D-Q	1	214,9327*	1,6844 <sup>ns</sup>	2,7976 <sup>ns</sup>	2,1591 <sup>ns</sup>	1,4392 <sup>ns</sup>
N-L x K-L	1	147,5949 <sup>ns</sup>	0,4781 <sup>ns</sup>	65,0114 <sup>ns</sup>	0,2763 <sup>ns</sup>	0,3278 <sup>ns</sup>
N-L x D-L	1	33,8302 <sup>ns</sup>	0,053 <sup>ns</sup>	0,9982 <sup>ns</sup>	0,5543 <sup>ns</sup>	0,0034 <sup>ns</sup>
K-L x D-L	1	10,4561 <sup>ns</sup>	0,0253 <sup>ns</sup>	6,3556 <sup>ns</sup>	0,0263 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>
N-L x K-L x-DL	1	13,9379 <sup>ns</sup>	0,9206 <sup>ns</sup>	5,7337 <sup>ns</sup>	0,9174 <sup>ns</sup>	3,1608**
RESÍDUO	78	44,3152	0,5525	23,2737	0,6248	0,4214
CV (%)		12,94	14,26	6,53	6,25	10,95
Média		51,45 g	5,21 g	73,84 cm	6,55 cm	5,93 cm

GL= grau de liberdade, L=Linear, Q= quadrático, D= dias após o plantio

<sup>ns</sup>, \*\* e \*: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Tabela 2.** Resumo das análises de variância e regressão para as variáveis: produtividade, peso do fruto com coroa, peso do fruto sem coroa, comprimento do fruto, diâmetro médio do fruto e comprimento da coroa de frutos do abacaxizeiro ‘Pérola’ em função das doses de nitrogênio (N) e potássio (K)

FV	Gl	Produtividade	Peso do fruto	Peso do fruto	Comprimento	Diâmetro	Comprimento
			com coroa	sem coroa	de fruto	médio de fruto	da coroa
BLOCO	2	6,33 <sup>ns</sup>	3.646,13 <sup>ns</sup>	6.693,37 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,205 <sup>ns</sup>	3,48 <sup>ns</sup>
TRAT	(9)	(35,71)	(20.566,20)	(11.616,60)	(1,07)	(0,081)	(7,21)
Regressão							
N-L	1	166,10 <sup>**</sup>	95.670,6 <sup>**</sup>	30.832,30 <sup>**</sup>	1,41 <sup>**</sup>	0,370 <sup>ns</sup>	1,78 <sup>ns</sup>
N-Q	1	0,25 <sup>ns</sup>	140,98 <sup>ns</sup>	1.225,35 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,012 <sup>ns</sup>	13,57 <sup>ns</sup>
K-L	1	99,63 <sup>**</sup>	57.384,50 <sup>**</sup>	18.365,50 <sup>*</sup>	3,19 <sup>**</sup>	0,079 <sup>ns</sup>	1,62 <sup>ns</sup>
K-Q	1	5,22 <sup>ns</sup>	3.007,75 <sup>ns</sup>	56,11 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>	0,203 <sup>ns</sup>	23,69 <sup>*</sup>
N-L x K-L	1	2,34 <sup>ns</sup>	1.346,72 <sup>ns</sup>	15.851,10 <sup>*</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	0,0004 <sup>ns</sup>	6,86 <sup>ns</sup>
RESÍDUO	18	4,45	2.565,93	2.660,93	0,105	0,0907	3,6367
CV (%)		4,09	4,10	4,65	1,73	2,83	9,42
Média		51,54 t ha <sup>-1</sup>	1.236,96 g	1.110,59 g	18,77 cm	10,63 cm	20,24 cm

GL= grau de liberdade, L=Linear, Q= quadrático, N= nitrogênio, K= potássio

<sup>ns</sup>, <sup>\*\*</sup> e <sup>\*</sup>: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Tabela 3.** Resumo das análises de variância e regressão para as variáveis: rendimento em coroa, casca, talo e rendimento da polpa de frutos do abacaxizeiro ‘Pérola’ em função das doses de nitrogênio (N) e potássio (K), Areia-PB

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>Coroa</b>	<b>Casca</b>	<b>Talo</b>	<b>Rendimento da polpa</b>
BLOCO	2	0,8211 <sup>ns</sup>	0,2286 <sup>ns</sup>	1,4009*	0,5928 <sup>ns</sup>
TRAT	(9)	(7,5401) <sup>ns</sup>	(1,3936) <sup>ns</sup>	(2,0452) <sup>ns</sup>	(44,0036) <sup>ns</sup>
N-L	1	4,2682*	3,3463 <sup>ns</sup>	1,8059*	3,4455 <sup>ns</sup>
N-Q	1	2,0638 <sup>ns</sup>	1,8262 <sup>ns</sup>	4,9772**	14,0462 <sup>ns</sup>
K-L	1	9,9102**	0,4748 <sup>ns</sup>	0,1546 <sup>ns</sup>	179,891**
K-Q	1	0,0003 <sup>ns</sup>	0,7200 <sup>ns</sup>	0,9120 <sup>ns</sup>	82,849**
N-L x K-L	1	37,0901**	0,6951 <sup>ns</sup>	5,2654**	18,625*
RESÍDUO	18	0,9085	0,8488	0,3172	3,7291
CV (%)		7,51	5,38	7,38	3,20
Média (%)		12,69	17,12	7,63	60,33

GL= grau de liberdade, L=Linear, Q= quadrático, N= nitrogênio, K= potássio

<sup>ns</sup>, \*\* e \*: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Tabela 4.** Resumo das análises de variância e regressão para as variáveis: firmeza, acidez titulável, sólidos solúveis (SS), relação sólidos solúveis por acidez titulável (SS/AT) e, ácido ascórbico da polpa de frutos do abacaxizeiro ‘Pérola’ em função das doses de nitrogênio (N) e potássio (K), Areia-PB

FV	Gl	Firmeza	Acidez titulável	Relação Sólido Solúvel		
				Sólidos solúveis	/Acidez Titulável (AT_SS)	Ácido ascórbico
BLOCO	2	42,29 <sup>ns</sup>	0,0007 <sup>ns</sup>	0,062 <sup>ns</sup>	1,1508 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>
TRAT	(9)	(139,04) <sup>ns</sup>	(0,0017) <sup>ns</sup>	(1,058) <sup>ns</sup>	2,1396 <sup>ns</sup>	(40,89) <sup>ns</sup>
Regressão						
N-L	1	61,41 <sup>ns</sup>	0,00049 <sup>ns</sup>	1,756*	8,86516**	11,10 <sup>ns</sup>
N-Q	1	4,64 <sup>ns</sup>	0,00078 <sup>ns</sup>	0,134 <sup>ns</sup>	1,8083 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>
K-L	1	0,23 <sup>ns</sup>	0,00022 <sup>ns</sup>	0,429 <sup>ns</sup>	0,5469 <sup>ns</sup>	128,24**
K-Q	1	125,86**	0,00027 <sup>ns</sup>	0,091 <sup>ns</sup>	0,0072 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>
N-L x K-L	1	459,94**	0,00017 <sup>ns</sup>	0,036 <sup>ns</sup>	0,0008 <sup>ns</sup>	1,31 <sup>ns</sup>
RESÍDUO	18	14,33	0,0004	0,233	0,8998	4,95
CV (%)		8,42	3,60	5,59	6,05	9,36
Média		44,96 N	0,55%	8,64%	15,69	23,78 mg 100g <sup>-1</sup>

GL= grau de liberdade, L=Linear, Q= quadrático, N= nitrogênio, K= potássio

<sup>ns</sup>, \*\* e \*: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Tabela 5.** Resumo das análises de variância e regressão para a variável peso médio de frutos nas classes I (entre 0,9 a 1,2 kg) e classes II (entre 1,2 a 1,5 kg) do abacaxizeiro ‘Pérola’ em função das doses de nitrogênio (N) e potássio (K), Areia -PB

<b>FV</b>	<b>Gl</b>	<b>PMF1</b>	<b>PMF2</b>	<b>PMF3</b>	<b>PMF4</b>
BLOCO	2	0,0022 <sup>ns</sup>	0,0015 <sup>ns</sup>	1,3911 <sup>ns</sup>	0,6838 <sup>ns</sup>
TRAT	(9)	0,0024 <sup>ns</sup>	0,0015 <sup>ns</sup>	0,5590 <sup>ns</sup>	0,4929 <sup>ns</sup>
<b>Regressão</b>					
N-L	1	0,0050 <sup>ns</sup>	0,0063*	0,1484 <sup>ns</sup>	0,0280 <sup>ns</sup>
N-Q	1	0,0029 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>	0,1167 <sup>ns</sup>	0,4870 <sup>ns</sup>
K-L	1	0,0002 <sup>ns</sup>	0,0035 <sup>ns</sup>	2,1077 <sup>ns</sup>	0,0258 <sup>ns</sup>
K-Q	1	0,0025 <sup>ns</sup>	0,0001 <sup>ns</sup>	0,0821 <sup>ns</sup>	0,0009 <sup>ns</sup>
N-L x K-L	1	0,0055 <sup>ns</sup>	0,0000 <sup>ns</sup>	0,0263 <sup>ns</sup>	0,2235 <sup>ns</sup>
RESÍDUO	18	0,0023	0,001	0,5809	0,2437
CV (%)		4,42	2,43	111,75	216,25
Média (kg)		1,09	1,32	0,68	0,23

GL= grau de liberdade, L=Linear, Q= quadrático, N= nitrogênio, K= potássio

<sup>ns</sup>, \*\* e \*: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

**Tabela 6.** Resumo das análises de variância e regressão para variável percentagem de frutos comerciais nas classes I (entre 0,9 a 1,2 kg) e classes II (entre 1,2 a 1,5 kg) do abacaxizeiro ‘Pérola’ em função das doses de nitrogênio (N) e potássio (K), Areia-PB

FV	GI	PFC1	PFC2	PFC3	PFC4
BLOCO	2	2.105,6333**	1.570,0300**	129,0333*	48,1000 <sup>ns</sup>
TRAT	(9)	676,6259 <sup>ns</sup>	463,8370 <sup>ns</sup>	32,3111 <sup>ns</sup>	27,5407 <sup>ns</sup>
Regressão					
N-L	1	1.723,7087*	996,9044 <sup>ns</sup>	41,7578 <sup>ns</sup>	15,2899 <sup>ns</sup>
N-Q	1	1.506,5433*	1.404,0318*	30,5353 <sup>ns</sup>	17,8547 <sup>ns</sup>
K-L	1	1.321,7542*	528,0854 <sup>ns</sup>	72,8651 <sup>ns</sup>	28,6908 <sup>ns</sup>
K-Q	1	228,0572 <sup>ns</sup>	377,6265 <sup>ns</sup>	6,5091 <sup>ns</sup>	1,0433 <sup>ns</sup>
N-L x K-L	1	0,2702 <sup>ns</sup>	27,7745 <sup>ns</sup>	16,2220 <sup>ns</sup>	83,7556 <sup>ns</sup>
RESÍDUO	18	308,67040	243,07040	24,47780	25,28520
CV (%)		38,17	32,44	110,77	314,28
Média (%)		46,03	48,07	4,47	1,60

GL= grau de liberdade, L=Linear, Q= quadrático, N= nitrogênio, K= potássio

<sup>ns</sup>, \*\* e \*: não significativo e significativo a 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.