



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA

FALKNER MICHAEL DE SOUSA SANTANA

**ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NO CULTIVO IRRIGADO DE
PITAIA VERMELHA (*Hylocereus* sp.), SOB CONDIÇÕES TROPICAIS**

FORTALEZA

2019

FALKNER MICHAEL DE SOUSA SANTANA

ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NO CULTIVO IRRIGADO DE PITAIA
VERMELHA (*Hylocereus* sp.) SOB CONDIÇÕES TROPICAIS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia.

Orientador: Prof. Dr. Márcio Cleber de Medeiros Corrêa.

Coorientador: Dr. Carlos Alberto Kenji Taniguchi.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

S223a Santana, Falkner Michael de Sousa.
Adubação nitrogenada e potássica no cultivo irrigado de pitaia vermelha (*Hylocereus* sp.), sob condições tropicais / Falkner Michael de Sousa Santana. – 2019.
105 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 2019.

Orientação: Prof. Dr. Márcio Cleber de Medeiros Corrêa.

Coorientação: Dr. Carlos Alberto Kenji Taniguchi.

1. Cactaceae. 2. Fertilidade. 3. Interação N x K. 4. Nutrição. 5. Qualidade. I. Título.

CDD 630

FALKNER MICHAEL DE SOUSA SANTANA

ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NO CULTIVO IRRIGADO DE PITAIA
VERMELHA (*Hylocereus* sp.) SOB CONDIÇÕES TROPICAIS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Agronomia. Área de concentração: Fitotecnia.

Aprovada em: 27/09/2019

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Márcio Cleber de Medeiros Corrêa (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Carlos Alberto Kenji Taniguchi (Coorientador)
Embrapa Agroindústria Tropical

Prof. Dr. William Natale
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Ronialison Fernandes Queiroz
Universidade Federal do Ceará (PNPD/UFC)

Dr. Carlos Farley Herbster Moura
Embrapa Agroindústria Tropical

A Deus por tudo que tem feito em minha vida. Aos meus pais Ronildo Santana e Tânia Rogéria, que são meus pilares, que me deram toda força e apoio possível, por compreenderem minha ausência, necessária para realização do doutorado, e ainda assim se fazer tão presentes com muito carinho, incentivo e confiança.

A minha noiva Tamires Magalhães, pelo amor, carinho, companheirismo, força e principalmente compreensão por minha ausência e ainda todo apoio incondicional concedido em diversos momentos durante a realização do doutorado.

Ao meu irmão Frans Michelangelo, pela amizade, incentivo, confiança e força durante essa caminhada.

AGRADECIMENTOS

A Deus em primeiro lugar, que em sua bondade e sabedoria deu-me paciência, força e perseverança para vencer todos os obstáculos impostos no transcorrer desta caminhada;

À Universidade Federal do Ceará, em especial ao Departamento de Pós-graduação em Fitotecnia pela oportunidade de realização do Doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa de estudos concedida;

Ao meu orientador e amigo, Prof Dr. Márcio Cleber pela oportunidade e confiança depositada, pelos ensinamentos e orientações prestados durante a realização do trabalho.

Ao meu co-orientador Dr. Carlos Taniguchi por todo incentivo, ajuda muito valiosa, e pela disponibilização do Laboratório de Solos para realização das análises.

Ao professor Dr. William Natale por suas valiosas contribuições e ensinamentos.

Ao pesquisador Dr. Carlos Farley pelo apoio, conselhos, ensinamentos dados sempre que precisei e pela disponibilização do Laboratório de Pós-Colheita para realização das análises.

Ao meu amigo e “irmão acadêmico” Ronialison Fernandes, que não mediu esforços para ajudar, estando presente em todos os momentos da realização do meu trabalho de tese.

À Embrapa Agroindústria Tropical, em especial aos Laboratórios de Solos e Pós-Colheita, pelas instalações concedidas durante a realização desta Tese.

À analista Márcia Régia e a estagiária Laiza Ribeiro, pelo apoio e ensinamentos nas análises de pós-colheita.

Às técnicas do Laboratório de Solos da Embrapa Agroindústria Tropical Lilian Chayn e Vanderleia Bezerra, pela ajuda nas análises.

Ao professor Dr. Carlos Tadeu por ajudar a desvendar os mistérios da estatística.

À Empresa Frutacor Produção e Comercialização de Frutas, na pessoa do Sr. João Teixeira, por ceder o espaço e disponibilizar todos os seus equipamentos e serviços, agradeço muito.

Ao Eng. Agrônomo e gerente da Frutacor José Aldair e o gerente da Fazenda (Maria Preta) Glaciliano Targino por todo esforço e apoio para a realização da pesquisa em campo.

A todos os funcionários da empresa Frutacor, em especial, Roberlay (Primo), Dimas, Francisco, Moacir e Deleon pela dedicação e ajuda quando necessário.

Ao grande amigo Narciso que adquiri durante a realização da pesquisa em campo, compartilhando momentos de descontração com conversas e futebol.

Ao IFCE – Campus Limoeiro do Norte, na pessoa do Prof. Dr. Solerne Costa pela disponibilização dos dados meteorológicos.

Aos meus familiares, pelo apoio e força durante esse período de realização do curso;

Aos meus avós paternos, Expedito Agripino Santana e Izaura Leite Santana (*in memoria*), e materno, João Pereira de Souza, pelo carinho e apoio;

Aos meus irmãos da República “Canapum”, Gefferson, Willame, Edilson, Jorge, Eduardo e Henrique, pelo companheirismo e pelos momentos de descontração, que nos momentos mais difíceis sempre estiveram presentes, dando força e apoio necessário para seguir em frente;

Aos meus amigos de pós-graduação, em especial, Marilena Braga, pela ajuda em diversos trabalhos, conselhos, conversas e momentos de descontração.

A todos os professores e funcionários da pós-graduação em Agronomia (Fitotecnia) da UFC, pela ajuda e apoio.

A todos os demais que de alguma forma acabaram ajudando a alcançar meus objetivos acadêmicos até aqui.

Muito obrigado!

RESUMO

A pitiaia é uma fruta exótica, que vem ganhando destaque nos mercados nacional e internacional. Devido a sua atratividade comercial, rentabilidade, precocidade e rusticidade, produtores vêm investindo e buscando aperfeiçoar seu cultivo. Vários fatores podem afetar a produção e a qualidade dos frutos, dentre os quais, destacam-se a adubação e a nutrição da planta, com grande importância para se atingir resultados satisfatórios. Objetivou-se avaliar os efeitos da adubação com nitrogênio e potássio no estado nutricional, na produção e na qualidade dos frutos da pitiaia vermelha (*Hylocereus* sp.), em cultivo irrigado. O experimento foi conduzido em área de cultivo comercial no município de Quixeré-CE, na Chapada do Apodi. O delineamento experimental foi em blocos aleatorizados, combinando cinco doses de nitrogênio (30, 180, 330, 480 e 630 kg ha⁻¹ de N) e cinco doses de potássio (30, 180, 330, 480 e 630 kg ha⁻¹ de K₂O), com quatro repetições. A fonte de N utilizada foi a ureia (45% de N) e, de K, o cloreto de potássio vermelho (60% de K₂O). Para a qualidade dos frutos incluiu-se no delineamento parcelas subdivididas, correspondentes a duas épocas de amostragem (chuvosa e não chuvosa). Foram realizadas adubações básicas nas parcelas para o fornecimento de fósforo e micronutrientes. Avaliou-se o estado nutricional das plantas, a produtividade e a qualidade dos frutos. As adubações potássicas incrementaram as concentrações de K trocável no solo. As combinações de N e K nas doses mais elevadas aumentaram a condutividade elétrica da solução do solo. O incremento nas doses de nitrogênio elevou os teores de N, P, Zn e Mn nos cladódios e, as doses de potássio elevaram o teor de K. As doses de N afetaram o número de frutos apenas no primeiro ciclo produtivo após o plantio. As máximas produtividades, no primeiro e no segundo ciclos, foram obtidas com as doses de 383,9 e 332,2 kg ha⁻¹ de N respectivamente. A adubação potássica não afetou a produtividade no primeiro ciclo, porém, com a dose 362,2 kg ha⁻¹ de K₂O se obteve a máxima produtividade no segundo ciclo. Uma primeira aproximação para a faixa de teores de N e K adequadas para a pitiaia foi estimada entre 9,7 e 9,9 g kg⁻¹ e 26,3 e 29,4 g kg⁻¹, respectivamente, nos cladódios. A adubação com N teve influência na acidez titulável na época não chuvosa e na relação SS/AT em ambas as épocas. O aumento nas doses de K afetou a acidez titulável e o pH do fruto na época não chuvosa. As combinações de doses de N e K tiveram influência nos sólidos solúveis, açúcares totais e redutores, sendo a combinação de 30 kg ha⁻¹ de N e 30 kg ha⁻¹ K₂O associada aos maiores valores destas variáveis, exceto para os açúcares totais, que na combinação 630 e 30 kg ha⁻¹ de N e K₂O, respectivamente, na época chuvosa, apresentou o maior resultado. De maneira geral, as

adubações nitrogenada e potássica tiveram influência sobre as características produtivas e qualitativas dos frutos, bem como na fertilidade do solo e na nutrição da pitaieira.

Palavras-chave: Cactaceae. Fertilidade. Interação N x K. Nutrição. Qualidade.

ABSTRACT

The dragon fruit is an exotic fruit that is emerging in the national and international market. Due to its commercial attractiveness, profitability, precocity and rusticity, farmers have been investing and seeking to improve their cultivation. Several factors can affect fruit production and quality. Among them, the management of fertilization and plant nutrition, which is important to achieve satisfactory results. This study aimed to evaluate the effects of nitrogen and potassium fertilization on nutritional status, production and fruit quality of red dragon fruit (*Hylocereus* sp.) in irrigated crop. The experiment was conducted in a commercial farming area in Quixeré city, located in the Chapada do Apodi, state of Ceará. The experimental design was in randomized blocks, combining five nitrogen levels (30, 180, 330, 480 and 630 kg ha⁻¹ of N) and five potassium levels (30, 180, 330, 480 and 630 kg ha⁻¹ of K₂O) with four repetitions. The source of N used was urea (45% N) and K the red potassium chloride (60% K₂O). For fruit quality, a split plot was used, corresponding to the two evaluated periods (rainy and dry seasons). Basic fertilizers were made in the plots to provide phosphorus and micronutrients. Plant nutritional status, productive performance and fruit quality were evaluated. Potassium fertilization increased exchangeable K levels in the soil. The combinations of N and K at higher levels increased electrical conductivity of the soil solution. Higher nitrogen intake increased N, P, Zn and Mn levels in the cladodes. While potassium fertilization increased the K content. N doses affected the number of fruits only in the first growing season. The maximum yields in the first and second cycles were obtained with the doses of 383.9 and 332.2 kg ha⁻¹ of N, respectively. Potassium fertilization did not affect productivity in the first cycle. However, at 362.2 kg ha⁻¹ of K₂O, higher yield was obtained in the second growing season. A first approximation for the range of N and K levels suitable for the dragon fruit was estimated between 9.7 and 9.9 g kg⁻¹ and 26.3 and 29.4 g kg⁻¹, respectively, in the cladodes. N fertilization affected the titratable acidity in the dry season. While SS/TA ratio was affected in both stations. Higher K intake affected titratable acidity and fruit pH during the dry season. N and K dose combinations influenced soluble solids and total and reducing sugars. The combination of 30 kg ha⁻¹ of N and 30 kg ha⁻¹ of K₂O promoted higher values of these characteristics, except total sugars, which in combination 630 and 30 kg ha⁻¹ of N and K₂O, respectively, in the rainy season, promoted higher values. In general, nitrogen and potassium fertilization affected the productive performance and fruit quality. As well as affected soil fertility and nutrition of dragon fruit plant.

Keywords: Cactaceae. Fertility. Interaction N x K. Nutrition. Quality.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Comercialização de frutos de pitaia ao longo dos meses nas centrais de abastecimento em 2018 e 2019.....	20
Figura 2	- Umidade relativa (Umid) e precipitação mensal (Prec) durante o período experimental (julho de 2017 a junho de 2019). UFC, Quixeré-CE, 2019.....	33
Figura 3	- Temperaturas média (T Méd), máxima (T Máx) e mínima (T Mín) durante o período experimental (julho de 2017 a junho de 2019). UFC, Quixeré-CE, 2019.....	34
Figura 4	- Concentração de K trocável em solo oriundo de cultivo de pitaia em função de doses de N (A) e K (B). UFC, UFC, Quixeré-CE, 2019.....	42
Figura 5	- Condutividade elétrica do solo cultivado com pitaia, em função de doses de K e N no período chuvoso. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	44
Figura 6	- Condutividade elétrica do solo cultivado com pitaia, em função de doses de K e N no período não chuvoso. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	44
Figura 7	- Teor de N em cladódios de pitaia em função de doses de N. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	47
Figura 8	- Teor de K em cladódios de pitaia em função de doses de K. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	47
Figura 9	- Teor de P em cladódios de pitaia em função de doses de N. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	49
Figura 10	- Teor de Mg em cladódios de pitaia em função de doses de N (A) e K (B). UFC, Quixeré-CE, 2019.....	50
Figura 11	- Teor de Na em cladódios de pitaia em função de doses de N (A) e K (B). UFC, Quixeré-CE, 2019.....	52
Figura 12	- Teor de Zn em cladódios de pitaia em função de doses de N. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	53
Figura 13	- Teor de Mn em cladódios de pitaia em função de doses de N. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	54
Figura 14	- Produtividade em função de doses de N em plantas de pitaia no primeiro ano produtivo. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	57
Figura 15	- Número de frutos em função de doses de N em plantas de pitaia no primeiro ano produtivo. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	58

Figura 16 - Produtividade em função de doses de N em plantas de pitaia no segundo ano produtivo. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	61
Figura 17 - Faixa de aproximação nos teores de N em cladódios em função de doses de N em plantas de pitaia no segundo ano produtivo. UFC, Quixeré-CE, 2019.	62
Figura 18 - Produtividade em função de doses de K em plantas de pitaia no segundo ano produtivo. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	63
Figura 19 - Faixa de aproximação nos teores de K em cladódios em função de doses de K em plantas de pitaia no segundo ano produtivo. UFC, Quixeré-CE, 2019.	64
Figura 20 - Distribuição mensal da produção de pitaia no segundo ciclo produtivo ao longo do ano. UFC, Quixeré, 2019.....	65
Figura 21 - Umidade relativa (Umid) e precipitação mensal (Prec) durante o período experimental (julho de 2017 a junho de 2019). UFC, Quixeré-CE, 2019.....	71
Figura 22 - Temperaturas média (T Méd), máxima (T Máx) e mínima (T Mín) durante o período experimental (julho de 2017 a junho de 2019). UFC, Quixeré-CE, 2019.....	72
Figura 23 - pH de frutos de pitaia em função de doses de K em período chuvoso e não chuvoso. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	80
Figura 24 - Sólidos solúveis (SS) de frutos de pitaia em função de doses de N e K no período chuvoso. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	81
Figura 25 - Sólidos solúveis (SS) de frutos de pitaia em função de doses de N e K no período não chuvoso. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	82
Figura 26 - Acidez titulável (AT) de frutos de pitaia em função de doses de N (A) e K (B) em período chuvoso e não chuvoso. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	84
Figura 27 - Relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) de frutos de pitaia em função de doses de N em período chuvoso e não chuvoso. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	85
Figura 28 - Açúcares totais (ATO) de frutos de pitaia em função de doses de N e K no período chuvoso. UFC, UFC, Quixeré-CE, 2019.....	86
Figura 29 - Açúcares totais (ATO) de frutos de pitaia em função de doses de N e K no período não chuvoso. UFC, Quixeré-ce, 2019.....	87
Figura 30 - Açúcares redutores (ARE) de frutos de pitaia em função de doses de N e K no período chuvoso. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	88

Figura 31 - Açúcares redutores (ARE) de frutos de pitaia em função de doses de N e K no período não chuvoso. UFC, Quixeré-CE, 2019..... 89

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Comercialização de frutos de pitaia nas centrais de abastecimento em 2018...	19
Tabela 2	- Características químicas iniciais do solo na área do experimento (agosto de 2016). UFC, Quixeré-CE, 2019.....	35
Tabela 3	- Quadro de análise de variância da concentração de potássio (K) trocável e condutividade elétrica (CE) do solo em cultivo de pitaia em função de doses de N e K no período chuvoso e não chuvoso. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	41
Tabela 4	- K trocável e condutividade elétrica no solo em cultivo de pitaia no período chuvoso e não chuvoso. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	45
Tabela 5	- Efeitos das aplicações de doses de N e K nos teores de macronutrientes em cladódios de plantas de pitaia. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	45
Tabela 6	- Efeitos das aplicações de doses de N e K nos teores de micronutrientes em cladódios de plantas de pitaia. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	52
Tabela 7	- Resumo da análise de variância da produtividade (PRODT), número de frutos (NF), massa média (MF), diâmetro (DF) e comprimento (CF) de pitaia no primeiro ano produtivo em função das adubações nitrogenada e potássica. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	56
Tabela 8	- Resumo da análise de variância para produtividade (PRODT), número de frutos (NF), massa média (MF), diâmetro (DF) e comprimento (CF) de pitaia no segundo ano produtivo em função da adubação nitrogenada e potássica. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	60
Tabela 9	- Características químicas iniciais do solo na área do experimento (agosto de 2016). UFC, Quixeré-CE, 2019.....	75
Tabela 10	- Efeito da aplicação de doses de N e K no pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação (SS/AT), açúcares redutores (ARE) e açúcares totais (ATO) em frutos de pitaia na época chuvosa e não chuvosa. UFC, Quixeré, 2019.....	79
Tabela 11	- Épocas de colheita nas propriedades químicas: pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT), açúcares totais (ATO) e açúcares redutores (ARE) em frutos de pitaia. UFC, Quixeré-CE, 2019.....	80

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ARE	Açúcares redutores
AT	Acidez titulável
ATO	Açúcares totais
C.V	Coefficiente de variação
Ca	Cálcio
CE	Condutividade elétrica
CF	Comprimento de frutos
DF	Diâmetro de frutos
F.V	Fontes de variação
G.L	Graus de liberdade
K	Potássio
K ₂ O	Potássio
Mg	Magnésio
Mn	Manganês
N	Nitrogênio
Na	Sódio
NF	Número de frutos
P	Fósforo
MF	Massa média de frutos
pH	Potencial hidrogeniônico
PRODT	Produtividade
SS	Sólidos solúveis
Zn	Zinco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	REVISÃO DE LITERATURA	19
2.1	Importância e aspectos gerais da Pitaia	19
2.2	Nutrição mineral.....	23
2.3	Nitrogênio	25
2.4	Potássio	26
2.5	Interação N x K.....	27
3	CAPÍTULO II - Estado nutricional e produtividade da pitaia vermelha em função da adubação nitrogenada e potássica	29
4	INTRODUÇÃO	31
5	MATERIAL E MÉTODOS.....	33
5.1	Caracterização da área experimental	33
5.2	Delineamento experimental e tratamentos.....	34
5.3	Instalação e condução do experimento	35
5.4	Características avaliadas	37
<i>5.4.1</i>	<i>Avaliação da fertilidade do solo</i>	<i>37</i>
<i>5.4.2</i>	<i>Avaliação do estado nutricional das plantas com base na análise de cladódios (diagnose foliar)</i>	<i>38</i>
<i>5.4.3</i>	<i>Características físicas do fruto</i>	<i>38</i>
5.5	Análise estatística.....	39
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
6.1	Avaliação da fertilidade do solo.....	41
<i>6.1.1</i>	<i>Concentrações de K trocável no solo</i>	<i>42</i>
<i>6.1.2</i>	<i>Condutividade elétrica do solo.....</i>	<i>43</i>
6.2	Avaliação nutricional dos cladódios (diagnose foliar)	45
<i>6.2.1</i>	<i>Teor de N nos cladódios</i>	<i>46</i>
<i>6.2.2</i>	<i>Teor de K nos cladódios</i>	<i>47</i>
<i>6.2.3</i>	<i>Teor de P nos cladódios.....</i>	<i>48</i>
<i>6.2.4</i>	<i>Teor de Mg nos cladódios.....</i>	<i>49</i>
<i>6.2.5</i>	<i>Teor de Na nos cladódios</i>	<i>51</i>
<i>6.2.6</i>	<i>Teor de Zn nos cladódios</i>	<i>52</i>
<i>6.2.7</i>	<i>Teor de Mn nos cladódios.....</i>	<i>54</i>

6.2.8	<i>Outros nutrientes</i>	54
6.3	Primeiro ciclo de produção	56
6.3.1	<i>Produtividade</i>	56
6.3.2	<i>Número de frutos, massa média, diâmetro e comprimento</i>	58
6.4	Segundo ciclo de produção	59
6.4.1	<i>Produtividade</i>	60
6.4.2	<i>Número de frutos, massa média, diâmetro e comprimento</i>	64
6.4.3	<i>Distribuição mensal da produção</i>	65
7	CONCLUSÕES	66
8	CAPÍTULO III - Qualidade dos frutos de pitaia vermelha em função da adubação nitrogenada e potássica.	67
9	INTRODUÇÃO	69
10	MATERIAL E MÉTODOS	71
10.1	Delineamento experimental e tratamentos	72
10.2	Instalação e condução do experimento	73
10.3	Coleta dos frutos	75
10.4	Características avaliadas	76
10.4.1	<i>Análises físico-químicas do fruto</i>	76
10.5	Análise estatística	77
11	RESULTADOS E DISCUSSÃO	79
11.1	Análises químicas do fruto	79
11.1.1	<i>pH</i>	79
11.1.2	<i>Sólidos solúveis</i>	81
11.1.3	<i>Acidez titulável</i>	83
11.1.4	<i>Relação SS/AT</i>	85
11.1.5	<i>Açúcares totais</i>	86
11.1.6	<i>Açúcares redutores</i>	88
12	CONCLUSÕES	90
13	CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
	REFERÊNCIAS	92

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura contribui ativamente para o desenvolvimento da economia brasileira. Dentre os inúmeros benefícios dessa atividade para o agronegócio do País destacam-se a fixação do homem no campo, a geração de produtos de alto valor comercial, a obtenção de importantes receitas e impostos, a melhoria da qualidade de vida e a conquista do mercado externo.

O aumento no consumo de frutas *in natura* e de seus derivados é uma tendência mundial, que pode servir como incentivo para o incremento da produção e da qualidade dos frutos (NATALE *et al.*, 2011). Apesar do consumo se concentrar nas frutas tradicionais como banana, maçã, manga, uva, goiaba, laranja, entre outras, algumas frutas exóticas vêm se destacando no mercado nacional e mundial, dentre as quais pode-se citar a pitiaia.

Na década de 90 iniciou-se o cultivo da pitiaia vermelha (*Hylocereus* sp.) no Brasil por intermédio da produtora Anoemisia Sader, de Itajobi/SP. Atualmente existem algumas áreas de produção comercial de pitiaia no País, principalmente nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Paraná, além de outras na região Nordeste, onde estados como Pernambuco, Bahia, Rio Grande do Norte e Ceará vêm se destacando na produção dessa fruta que, aos poucos, tem ganhado a atenção no mercado de frutas exóticas.

Devido a sua atratividade comercial, rentabilidade, precocidade e rusticidade, a pitiaia tem chamado a atenção de muitos produtores que têm investido e buscado alternativas de cultivo, o que justifica, ao menos em parte, os aumentos na produção e comercialização. Junto com isso, tem-se verificado também número crescente de publicações sobre a cultura, no Brasil e no exterior. Existem atualmente cinco espécies de maior interesse e, ou, potencial para cultivo comercial no Brasil: *Hylocereus undatus*, *H. megalanthus*, *H. setaceus*, *H. polyrhizus* e *H. costaricensis*, que se diferenciam em alguns aspectos como cor da polpa, sólidos solúveis, tamanho do fruto, entre outros.

Por apresentar rápido retorno econômico, iniciando a produção já no primeiro ano após o plantio e, devido ao seu metabolismo adaptativo às condições em que a água é fator limitante, o cultivo da pitiaia pode ser indicado para áreas em que não seria possível a exploração de outras frutíferas, que necessitam de maior quantidade de água (SILVA, 2014).

A produção e a qualidade desses frutos são função de vários fatores, sendo a adubação e a nutrição das plantas de grande importância para se atingir resultados satisfatórios e retorno econômico. A pitiaia necessita de quantidades adequadas de nutrientes prontamente disponíveis no solo para alcançar elevadas produtividades. No entanto, para produções economicamente

rentáveis, normalmente há a necessidade da aplicação de corretivos e adubos em doses mais altas e com maior frequência, pois, a maioria dos solos brasileiros são ácidos e pobres em nutrientes. Porém, pouco se conhece sobre as reais necessidades nutricionais para o cultivo da pitaia no Brasil e, particularmente, no estado do Ceará.

Nos cultivos dessa região, as recomendações de adubação são realizadas com base na experiência dos produtores, sem qualquer critério científico, levando em consideração, adubações de outras frutíferas e de outras regiões produtoras, não observando a fisiologia, a fenologia e as exigências da pitaia, resultando na sub ou superestimativa das doses de adubos e corretivos. Adubações feitas inadequadamente podem causar alterações nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo, como também à cultura pode não conseguir expressar todo seu potencial produtivo e diminuir seu ciclo de vida. O manejo adequado da adubação, pode aumentar a produtividade, reduzir os custos de produção e diminuir os impactos no meio ambiente.

O nitrogênio e o potássio são nutrientes mais exigidos para maioria das frutíferas, sendo responsáveis pelos principais processos relacionados ao crescimento e ao desenvolvimento da planta, bem como a produção e a qualidade dos frutos.

Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da adubação nitrogenada e potássica na fertilidade do solo, na nutrição das plantas, na produtividade e na qualidade dos frutos da pitaia vermelha (*Hylocereus* sp.), em cultivo irrigado na Chapada do Apodi, município de Quixeré-CE.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância e aspectos gerais da Pitaia

No Brasil, a produção e a comercialização da pitaia têm crescido significativamente nos últimos anos, com destaque para as regiões Sudeste e Centro Oeste, sendo São Paulo o estado que participa com a maior quantidade comercializada da fruta, seguido por Goiás e Minas Gerais; as produções nesses estados foram de 852.976, 64.660 e 31.361 kg, respectivamente, em 2018 (Tabela 1); ainda segundo a CONAB (2019) no mesmo ano, os meses de maior volume comercializado foram janeiro, fevereiro e março, sendo o maior preço médio observado nos meses de menor oferta (julho a setembro) da fruta (Figura 1).

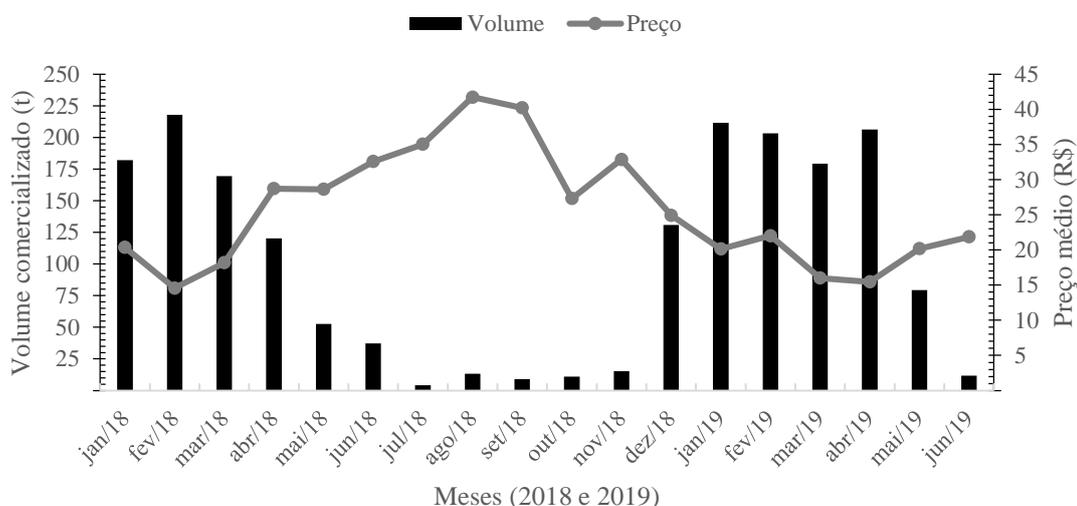
Tabela 1 - Comercialização de frutos de pitaia nas centrais de abastecimento em 2018.

CONAB/PROHORT – Comercialização de Pitaia em 2018				
	Cidade	Quantidade (kg)	Preço médio (R\$)	Valor total (R\$)
CEAGESP	São Paulo	786.021	32,36	25.437.604,61
CEASA/SP	Campinas	66.955	13,41	897.721,30
CEASA/GO	Goiânia	64.660	46,66	3.016.797,27
CEASAMINAS	Belo Horizonte	21.343	23,59	503.529,76
CEASAMINAS	Uberlândia	10.018	28,35	284.009,04
CEASA/DF	Brasília	7.155	10,63	76.047,02
CEASA/RJ	Rio de Janeiro	4.983	43,16	215.079,10
CEASA/ES	Vitória	1.578	21,25	33.535,85
Total		962.712		30.464.323,94

Fonte: CONAB; PROHORT.

Nota: Dados trabalhados pelo autor.

Figura 1 - Comercialização de frutos de pitaita ao longo dos meses nas centrais de abastecimento em 2018 e 2019.



Fonte: CONAB; PROHORT.

Nota: Dados trabalhados pelo autor.

Nas centrais de abastecimento do país, a comercialização no primeiro semestre de 2019 chegou a 941.298 kg, com valor de R\$ 15.996.662,38, o que corresponde ao preço médio de R\$ 16,99; desse total, 23.618 kg foram frutos oriundos do estado do Ceará, cujo preço médio foi um pouco maior, R\$ 18,48. Em todo o ano anterior (2018), foram comercializados 953.093 kg de pitaita, gerando uma receita de R\$ 21.650.814,06, ao preço médio de R\$ 22,72. Esses dados mostram a importância econômica dessa cultura e o forte crescimento na produção e na comercialização interna (CONAB, 2019).

No Nordeste, destacam-se os estados da Bahia, Rio Grande do Norte, Pernambuco e Ceará; neste último, a Chapada do Apodi é a principal região produtora, mais especificamente as cidades de Limoeiro do Norte e Quixeré, que totalizam aproximadamente 62 hectares da cultura, produzindo em média 14 a 20 t ha⁻¹ ano, segundo os produtores da região. As plantas nessa região produzem frutos o ano inteiro, mas, nos meses de junho a agosto ocorre decréscimo na produção; a comercialização é realizada nas principais redes de supermercados de Fortaleza-CE a preços elevados, quando comparados a outras frutas mais populares.

No estado do Ceará a fruta vem sendo comercializada com a seguinte classificação: classe I (acima de 250 g), comercializada em mercados mais exigentes; classe II (entre 250 e 100 g), para mercados menos exigentes em tamanho e massa; e, classe III (abaixo de 100 g), fruto utilizado para a produção de polpa.

A origem de *Hylocereus* sp. está nas regiões de florestas tropicais e subtropicais do México e das Américas Central e do Sul (incluindo o Brasil) (BRITTON; ROSE, 1963;

BARTHLOTT; HUNT, 1993; MIZRAHI; NERD; NOBEL, 1997). A partir dos centros de origem, a pitáia se difundiu para outras regiões tropicais e subtropicais da própria América, Ásia, Austrália e Oriente Médio, sendo comercialmente cultivada em cerca de 22 países (MIZRAHI; NERD, 1999; NOBEL; BARERRA, 2002a). A evidência histórica indica que os franceses introduziram a cultura no Vietnã, há cerca de 100 anos, sendo cultivada para o rei. Mais tarde, tornou-se popular entre as famílias ricas daquele país.

As pitáias pertencem à família Cactaceae, nativa das Américas, subfamília Cactoideae, tribo Hylocereeae, gênero *Hylocereus*, que compreende entre 1500 e 2000 espécies, a maioria ocorrendo em regiões áridas e semi-áridas (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

As espécies mais conhecidas são as pitáias vermelhas, cujos frutos podem possuir casca vermelha e polpa branca (*H. undatus* (Haw.) Britton & Rose), casca e polpa vermelha (*H. polyrhizus* (Weber) Britton & Rose) ou casca vermelha e polpa vermelha-arroxeadada (*H. costaricensis*), e a pitáia amarela ou colombiana (*H. megalanthus*), que possui a casca amarela contendo espinhos e polpa branca (BAUER, 2003). Há, ainda, uma subespécie de *H. undatus* (*Hylocereus undatus* subsp. *luteocarpus*) que possui a casca amarela e a polpa branca, apresentando frutos alongados (CÁLIX DE DIOS, 2005). No Brasil, há uma espécie nativa do Cerrado brasileiro, conhecida como pitáia baby ou saborosa (*H. setaceus*), de casca vermelha contendo espinhos e polpa branca, que já apresenta pequenas áreas de cultivo (JUNQUEIRA *et al.*, 2002). No País, há em torno de 37 gêneros dessa família, encontradas em diversos ambientes como Cerrado, Mata Atlântica e, principalmente, Caatinga (CALVENTE, 2010).

A pitáia vem ganhando destaque no cenário nacional, tendo grande potencial de aproveitamento na culinária brasileira, podendo ser utilizada na produção de geleias, sucos, sorvetes, doces ou consumida *in natura* (DONADIO, 2009). A fruta é bastante atraente e sua polpa apresenta sabor adocicado, o que desperta a atenção dos mais exigentes consumidores. Sua composição, em 100 gramas de polpa, é de, aproximadamente, 0,31g de fibras; 85,9 - 89,4 g de água; 25 - 32 mg de vitamina C; 36,6 mg de magnésio; 272,6 mg de potássio; 6 - 7,5 mg de cálcio; 0,4 mg de ferro; 19 mg de fósforo; 0,5 - 1,9 g de proteínas; 0,1 g de gorduras; 0,39 - 0,9 g de cinzas; 11,6 - 12,4 g de carboidratos; 0,2 mg de niacina; 7,5 - 19 °Brix de sólidos solúveis e pH de 4,7 - 5,7; (OLIVEIRA *et al.*, 2010; MARTÍNEZ; CALIX DE DIOS; CANTO, 1996; ABREU *et al.*, 2012).

A pitáia vermelha (*Hylocereus* sp.) é uma planta perene, com hábitos de liana (ALVARADO; CRUZ; RINDERMANN, 2003), que cresce naturalmente em diversas áreas, podendo se fixar nas copas de árvores e sobre rochas (LUDERS; MCMAHON, 2006).

Essa cultura apresenta dois tipos de raízes, sendo uma principal, pouco profunda (fixação) e raízes secundárias basais, altamente ramificadas e superficiais. Existem, também, as raízes secundárias aéreas, que surgem ao longo dos cladódios, com a função de fixar a planta ao seu tutor (JIRÓN, 1997) e, também, absorver água e nutrientes.

As hastes ou cladódios são suculentos, grossos, segmentados e verdes, com capacidade de realizar fotossíntese. Têm forma triangular, contendo 3 costelas com aréolas (conjuntos circulares de espinhos) distribuídas ao longo das bordas, com 2 a 4 espinhos em cada areóla, protegendo as gemas axilares; esses espinhos são considerados ramos ou folhas modificadas (JIRÓN, 1997; KONDO *et al.*, 2013).

A flor é hermafrodita, de coloração branca, grande (20 a 40 cm de comprimento e 25 cm de maior diâmetro); sua antese inicia-se no fim da tarde e começo da noite, ocorrendo apenas em uma ocasião; o fechamento acontece no final da noite ou início da manhã seguinte (BARBEAU, 1990; LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; CRANE & BALERDI, 2005). Ocorrem de quatro a seis picos de florescimento durante o ano, variando de três a quatro dias cada pico, com um tempo médio de 19 dias entre uma antese e outra (ENCISO *et al.*, 2016; TRAN; YEN, 2014; CALIX DE DIOS, 2005).

Por possuir pouca capacidade de autopolinização, a pitiaia vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) necessita de polinização biótica para a formação de frutos, sendo a abelha *Apis mellifera* o principal agente polinizador (MUNIZ, 2017). A polinização cruzada realizada por abelhas se mostra eficiente na melhoria do pegamento e desenvolvimento do fruto (MUNIZ *et al.*, 2019; MARQUES *et al.*, 2011; LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006; LICHTENZVEIG *et al.*, 2000).

O fruto da pitiaia é uma baga, de tamanho médio e formato variável (globuloso ou elipsoide), podendo ser de coloração externa amarela ou vermelha, coberto por brácteas (escamas) variando em número e comprimento ou espinhos, com massa oscilando de menos de 100 g até cerca de 1 kg (NERD; GUTMAN; MIZRAHI, 1999; LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006). A polpa apresenta cores que variam do vermelho-púrpura ao branco, sendo a betalaína (betacianina) responsável pela coloração vermelha da polpa (WYBRANIEC *et al.*, 2001; WYBRANIEC; MIZRAHI, 2002), com inúmeras sementes escuras comestíveis, com cerca de três milímetros de diâmetro, e que se encontram distribuídas por toda polpa em grande quantidade, possuindo alta capacidade de germinação (CANTO, 1993; HERNÁNDEZ, 2000) e ricas em ácidos graxos essenciais (ARIFFIN *et al.*, 2009).

A propagação da pitaiia, geralmente, é realizada vegetativamente (assexuada) por meio do método da estaquia, enxertia ou também por cultura de tecidos, sendo o método sexual (via sementes) utilizado em programas de melhoramento (SILVA, 2014).

Segundo Canto (1993) e Gunasena, Pushpakumara e Kariyawasam (2007), para o melhor desenvolvimento da pitaiia, são indicados solos que tenham o pH entre 5,5 e 6,5, não compactados, ricos em matéria orgânica, com a finalidade de manter a umidade, temperatura, bem drenados e de textura arenosa.

A cultura da pitaiia pode se adaptar a diversos climas e regiões, desde que sejam bem manejadas; porém, o ideal são temperaturas variando entre 18 e 26 °C, com altitude de 0 até 1.850 m acima do nível do mar, pluviosidade entre 1.200 e 1.500 mm anuais (DONADIO, 2009). Ortiz-Hernández e Carrillo-Salazar (2012) descrevem que a cultura pode sobreviver e se desenvolver em clima tropical seco e pode suportar temperaturas de até 40° C.

Durante o crescimento da pitaiia são necessários alguns tratos culturais como tutoramento, poda, controle de pragas e doenças (apesar de poucas serem relatadas para a cultura da pitaiia, devido às poucas áreas de produção e ausência de pesquisas relacionadas ao tema). Na Chapada do Apodi, principal região produtora do estado do Ceará, alguns produtores têm adotado a prática cultural de ensacamento dos frutos, observando diminuição significativa dos ataques de abelhas arapuá e pássaros.

Em seu habitat natural a pitaiia apresenta-se, predominantemente, como espécie de metabolismo CAM (metabolismo ácido das crassuláceas), embora cactáceas sob condições de sombreamento tenham a capacidade de efetuar CAM cíclico (Hernandez *et al.*, 1999), obtendo o máximo de absorção de CO₂ durante a noite, quando são observadas as menores temperaturas e umidade relativa do ar maior que durante o dia, ocorrendo menor perda de água com a abertura dos estômatos. As plantas CAM apresentam maior eficiência no uso de água que aquelas com metabolismo C3 e C4 (PIMENTEL, 1998).

2.2 Nutrição mineral

O estado nutricional das plantas é função de vários fatores, tais como disponibilidade de água e de nutrientes, o que pode afetar seu desenvolvimento, composição, produtividade, tamanho, conservação pós-colheita, massa e cor do fruto, resistência da planta a pragas e doenças, dentre outras (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997).

A disponibilização de nutrientes em local, momento, forma e quantidade adequados é fundamental para que a planta possa absorver os elementos de maneira equilibrada, atendendo suas demandas naturais.

Os nutrientes podem ser disponibilizados às plantas pela aplicação de fertilizantes minerais, os quais representam o insumo mais importante para a produção agrícola nos solos tropicais, ou, através de adubos orgânicos. Por outro lado, se não forem adotados manejos adequados à cada cultura, condição ambiental e tipo de cultivo, os fertilizantes podem ocasionar efeitos depressivos, condicionando, ainda, elevado consumo energético, que pode representar até 50% do custo de produção das principais culturas anuais (KLUTHCOUSKI; STONE, 2003).

A pitaia, apesar de ser uma frutífera rústica, que se aclimata com facilidade, requer adubação rica em matéria orgânica e nutrientes (HERNANDEZ, 2000). Para o seu cultivo, como em outras culturas já tradicionais, há necessidade de fornecimento das quantidades adequadas de nutrientes durante o ciclo produtivo, a fim de se obter o máximo rendimento com o menor custo.

Em trabalhos realizados em outros países com *Hylocereus* foi possível observar que os elementos que mais limitam o desenvolvimento deste gênero são os seguintes, em ordem de importância: N, P, K e Ca que, são precisamente os que mais ocorrem como componentes de cladódios e frutos da pitaia (RODRIGUEZ, 2000; TURCIOS; MIRANDA, 1998; HERNANDEZ, 2000).

Em relação a ordem de acúmulo de nutrientes nas raízes da pitaia, Moreira *et al.* (2016) observaram a sequência: $N > K > Ca > S > P > Mg > Fe > Mn > Zn > B \geq Cu$ e, na parte aérea: $K > N > Ca > S > Mg > P > Mn > Fe > Zn > B > Cu$. Já para os frutos, Lima (2018) relatou a seguinte sequência $K > N > P = Mg > Ca > S > elemento Na > Zn > B > Fe > Mn > Cu$. Essas sequências são importantes para se ter ideia de qual nutriente é mais requerido em cada parte da planta. Dentre os nutrientes mais acumulados pela cultura, o nitrogênio promove o desenvolvimento de caules e na melhoria do florescimento, enquanto o potássio aumenta a espessura da casca dos frutos e regula a abertura e fechamento dos estômatos (DIAZ; MIRANDA, 2014).

No início dos anos 2000, Merten (2003) destacou que muito pouco havia sido publicado até então sobre adubação e nutrição mineral desse gênero, o que ainda persiste nos dias atuais. O mesmo autor já chamava a atenção da necessidade de se empregar doses padronizadas para incrementar o desenvolvimento e a produção de frutos.

Atualmente, no Brasil, para a adubação dessa cultura, consideram-se doses baseadas na experiência de cultivos anteriores ou, se utilizam recomendações de outros países com sistemas ecológicos semelhantes aos brasileiros. Isso indica que qualquer informação obtida em experimentos de fertilidade é muito importante para o desenvolvimento da cultura em nossas condições.

2.3 Nitrogênio

O nitrogênio é um elemento muito importante para se alcançar alta produtividade na agricultura mundial, sendo alvo de vários estudos. O manejo do N, porém, é muito complexo, devido a fatores relacionados ao custo de produção dos fertilizantes e a eficiência de algumas fontes (MENEZES, 2004).

A cultura da pitaia responde bem a aplicação desse nutriente, mantendo-se saudável, vigorosa e produtiva por longo tempo (LOPEZ; GUIDO, 1998; GUZMÁN, 1994). O N tem função estrutural, sendo responsável pelo crescimento vegetativo das plantas, processos bioquímicos e fisiológicos, estando presente no solo principalmente na forma orgânica (MALAVOLTA, 2006; TAIZ; ZEIGER, 2004; CARMELLO, 1999).

Para a adubação com esse elemento leva-se em consideração a exigência da cultura em função da colheita esperada, o período de maior necessidade da planta, o processo de contato entre o elemento e as raízes, as características do adubo nitrogenado e suas transformações no solo (MALAVOLTA, 2006).

Em geral, os solos têm pouca quantidade de N, sendo que a maior parte não está disponível para a absorção das plantas, havendo necessidade de fornecimento por meio de adubos. As fontes de nitrogênio mais utilizadas são a ureia e o sulfato de amônio. Outras, como o nitrato de amônio e os fertilizantes orgânicos, também podem ser utilizadas, desde que sejam economicamente viáveis (SOUZA; ALMEIDA, 2002).

A adubação nitrogenada afeta os teores de N e K na planta, tanto nas raízes como na parte aérea, influenciando o crescimento da mesma (ALMEIDA *et al.*, 2014; NOBEL; BARREIRA, 2002b), a captação de CO₂, o número de frutos produzidos por planta (TURCIOS; MIRANDA, 1998) a produtividade (TURCIOS; MIRANDA, 1998; ARAÚJO *et al.*, 2012) e a qualidade (MOREIRA *et al.*, 2011; DUARTE, 2013). Resultados iniciais indicam a necessidade de adubações com N em doses acima de 600 kg ha⁻¹ para se alcançar maiores rendimentos de frutos por área (ALMEIDA *et al.*, 2014; ARAÚJO *et al.*, 2012).

2.4 Potássio

Diferentemente do nitrogênio, o potássio não faz parte dos compostos orgânicos na planta, não tendo função estrutural. O potássio possui várias funções envolvidas no armazenamento de energia pelas plantas, no processo de abertura e fechamento de estômatos, translocação de carboidratos produzidos nas folhas para o restante da planta, respiração celular, síntese de proteínas, afeta positivamente a eficiência enzimática, a osmorregulação, a extensão celular e o balanço de cátions e ânions (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997; MARSCHNER, 1995). O potássio é extremamente móvel dentro da planta, redistribuindo-se facilmente dos tecidos mais velhos para os mais novos, bem como para os frutos (MOREIRA, 1999).

Os solos tropicais são caracterizados por conterem baixas concentrações de K, em sua maioria, não atendendo às demandas das principais plantas cultivadas. Por isso, faz-se necessária a adubação potássica nestes solos, devido às culturas extraírem e exportarem grandes quantidades deste nutriente (OLIVEIRA *et al.*, 2005). A deficiência desse elemento ocasiona baixo crescimento e desenvolvimento de raízes e caules, redução no tamanho dos internódios, na dominância apical, formação de sementes de baixo vigor, retarda a frutificação e origina frutos de menor tamanho e com menor qualidade (ERNANI *et al.*, 2007).

A alta exigência de potássio pelas plantas pode ser explicada pelo fato de que estas têm de manter elevado o seu teor no citoplasma, principalmente para garantir a atividade enzimática eficiente. Outro motivo da necessidade de alta concentração do potássio no citossol e no estroma dos cloroplastos é para manter a neutralização de ânions (ácidos orgânicos e inorgânicos solúveis e ânions de macromoléculas) e a manutenção do pH (7,5 no citossol e 8,0 no estroma) em níveis adequados para o funcionamento da célula (MARSCHNER, 1995).

Alguns estudos iniciais utilizando o potássio têm sido realizados na cultura da pitaiá no Brasil. Almeida *et al.* (2014) evidenciaram o efeito da adubação potássica no crescimento inicial de mudas de pitaiá, *Hylocereus* sp., em vaso, tendo observado os melhores resultados quando aplicadas doses de K₂O equivalentes a 300 - 450 kg ha⁻¹. Resultados semelhantes foram encontrados por Fernandes *et al.* (2018) e Moreira *et al.* (2014) em duas espécies de pitaiás (*H. undatus* e *H. polyrhizus*), as quais responderam à adubação potássica. Estes últimos autores avaliaram a produção e relacionaram os melhores rendimentos às maiores doses testadas (133 g e 222 kg ha⁻¹ de K₂O) em ambas as espécies (*H. undatus* e *H. polyrhizus*). Todos esses resultados corroboram àqueles encontrados por Marques *et al.* (2012) em experimento realizado na Chapada do Apodi, no município de Quixeré-CE que, avaliando a adubação potássica em

cultivo irrigado, obtiveram a máxima produção de frutos relacionada à maior dose aplicada (300 kg ha^{-1} de K_2O), em plantas com cerca de três anos de idade, porém, em período curto de avaliação, apenas seis meses.

Em relação à qualidade de frutos, alguns trabalhos têm sido realizados. Avaliando a influência da adubação potássica na qualidade de frutas de duas espécies (*Hylocereus polyrhizus* e *H. undatus*) de pitaia cultivadas no Alto Vale do Jequitinhonha-MG, Damasceno *et al.* (2014) observaram melhoria na qualidade dos frutos com a aplicação de 140 a 152 kg ha^{-1} de K_2O em ambas as espécies. Trabalhando com as mesmas espécies, Fernandes *et al.* (2018) observaram que a dose de 127 kg ha^{-1} de K_2O no primeiro ano e 222 kg ha^{-1} de K_2O no segundo e terceiro anos de cultivo, promoveram aumento na qualidade dos frutos.

Esses trabalhos evidenciam a necessidade de mais estudos para estabelecer a quantidade de K ideal para a produção satisfatória da pitaia.

2.5 Interação N x K

A disponibilidade dos nutrientes para as plantas nos solos pode ser afetada por várias reações de natureza física, química ou biológica. Diversos mecanismos estão envolvidos nas interações iônicas, cujo efeito pode se refletir na composição mineral da planta (SILVA; TREVIZAM, 2015; PRADO, 2008), podendo ser favorável (sinérgica), quando um íon auxilia a absorção de outro, ou desfavorável (antagônica), quando a absorção de um íon é prejudicada pela presença de outro, ou neutra quando não há interferência.

O equilíbrio entre os nutrientes é um fator fundamental, devido às interações entre os elementos, afetando desde processos que ocorrem no solo, como o contato do nutriente com a raiz, até na planta, como os processos de absorção, transporte, redistribuição e metabolismo, podendo induzir desordem nutricional, seja esta por deficiência, seja por toxidez, refletindo na produção das culturas (PRADO, 2008).

O nitrogênio e o potássio são os dois nutrientes minerais absorvidos em maiores quantidades em quase todos os vegetais, apresentando interação frequente. A absorção de um elemento eleva, em geral, a demanda pelo outro (MONTES, 2013). Segundo Prado (2008), as maiores doses de N promoverão a maior produção somente quando forem acompanhadas pela elevação nas doses de potássio, tendo em vista o aumento na taxa de aproveitamento do nutriente aplicado.

Algumas interações foram descritas por Prado (2008) em diversas culturas, demonstrando que o K^+ tem relação muito forte com o N e o Ca^{2+} , podendo, este último, inibir

a absorção de K^+ ; por outro lado, o K^+ pode inibir a absorção de Mg^{2+} e Ca^{2+} ; o $H_2PO_4^-$ pode inibir a absorção de Zn^{2+} ; e o Mg^{2+} pode inibir absorção de Zn^{2+} .

Em trabalho realizado em casa de vegetação, Almeida *et al.* (2014) constataram que a interação nitrogênio x potássio (doses estimadas em 600 - 900 kg ha⁻¹ de N combinadas a 300 - 450 kg ha⁻¹ de K₂O) afetou os teores de ambos os nutrientes na parte aérea, bem como o K no solo, influenciando, assim, o crescimento de mudas de pitaia branca (*Hylocereus undatus*).

Pesquisas com N e K, em geral, têm sido realizadas avaliando os nutrientes de maneira isolada, em suas doses, a fim de obter a maior produtividade relacionada ao menor custo. Faz-se necessário o conhecimento da interação entre os nutrientes para a produção de alimentos, pois, além de altas produtividades, o equilíbrio no fornecimento desses elementos pode proporcionar máxima eficiência na utilização dos mesmos pelas plantas, reduzindo os custos de produção, bem como amenizando possíveis impactos ambientais.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) – Código de financiamento 001.

3 CAPÍTULO II - Estado nutricional e produtividade da pitaia vermelha em função da adubação nitrogenada e potássica

RESUMO

Nos últimos anos o aumento no consumo de frutas tem sido observado. Apesar de ser mais direcionado para culturas tradicionais, algumas frutas exóticas têm ganhado destaque no mercado atual, com destaque para a pitaia (*Hylocereus* sp.). Para essa espécie, tem se verificado aumento na comercialização e na área de cultivo no Brasil, particularmente no Ceará. Porém, os produtores da região ainda não dispõem de informações suficientes para o cultivo com máxima rentabilidade e sustentabilidade, em especial quanto à nutrição e manejo das adubações. Nesse sentido, objetivou-se avaliar o efeito de doses de nitrogênio e potássio na fertilidade do solo, na nutrição da planta e na produção da pitaia vermelha cultivada em área irrigada na Chapada do Apodi, município de Quixeré-CE. O delineamento experimental foi em blocos aleatorizados, cujos tratamentos foram constituídos pela combinação de cinco doses de nitrogênio (30, 180, 330, 480 e 630 kg ha⁻¹ de N) e cinco doses de potássio (30, 180, 330, 480 e 630 kg ha⁻¹ de K₂O), em fatorial 5 x 5, com quatro repetições. Para a fertilidade do solo incluiu-se no delineamento parcelas subdivididas, correspondente a duas épocas de amostragem (chuvosa e não chuvosa). A fonte de N utilizada foi a ureia (45% de N) e o cloreto de potássio (60% de K₂O) como fonte de K. Foram realizadas adubações básicas nas parcelas para o fornecimento de outros macros e micronutrientes. Foram avaliados o estado nutricional e a produtividade das plantas em dois ciclos produtivos. As concentrações de K trocável mostraram resposta positiva às doses de K. A condutividade elétrica foi influenciada pelas doses mais elevadas de N e K. As doses de N afetaram os teores de N, P, Zn e Mn no cladódio e as doses de K no teor de K. As doses de N afetaram positivamente o número de frutos no primeiro ciclo e as máximas produtividades no primeiro e segundo ciclos, obtidas entre 383,9 a 332,2 kg ha⁻¹ de N respectivamente. A dose 362,2 kg ha⁻¹ de K₂O promoveu a maior produtividade no segundo ano produtivo. Uma primeira aproximação para a faixa de teores de N e K adequadas para a pitaia foi estimada entre 9,4 e 9,9 g kg⁻¹ e 23,9 e 29,4 g kg⁻¹, respectivamente, nos cladódios. De maneira geral, o N e o K interferiram nas principais características produtivas e no estado nutricional da planta.

Palavras-chave: Cactaceae, Diagnose foliar. Fertilidade. *Hylocereus*. Nutrição.

ABSTRACT

In recent years, increase in fruit consumption has been observed. Although traditional crops predominate, there is a growing demand for some exotic fruits on the market, especially dragon fruit (*Hylocereus* sp.). For this species, there was an increase in cultivation area and marketing in Brazil, mainly in the state of Ceará. However, farmers in this region do not yet have sufficient technical information for a more profitable and sustainable crop, especially regarding nutrition and fertilizer management. Thus, this study aimed to evaluate the effect of nitrogen and potassium in soil fertility, plant nutrition and production of red dragon fruit grown in irrigated area of Chapada do Apodi, Quixeré-CE. The experimental design was a randomized complete block with five nitrogen levels (30, 180, 330, 480 and 630 kg ha⁻¹ of N) and five potassium levels (30, 180, 330, 480 and 630 kg ha⁻¹ of K₂O), in a 5 x 5 factorial, with four replications. For soil fertility, a split plot was used, corresponding to two sampling periods (rainy and dry season). The source of N used was urea (45% N), potassium chloride (60% K₂O) as source K. Basic fertilization was performed on the plots to provide other macros and micronutrients. Plant nutritional status and yield were evaluated in two growing seasons. Soil exchangeable K contents were positively affected by K fertilization. Electrical conductivity was influenced by higher N and K levels. N fertilization affected cladode N, P, Zn and Mn levels. While K fertilization affected K content. N rates positively affected fruit number in the first season and maximum yield in both growing seasons was promoted with 383.9 and 332.2 kg ha⁻¹ of N, respectively. The K₂O level 362.2 kg ha⁻¹ promoted the highest productivity in the second productive season. A first approximation for the range of N and K levels suitable for the pitaia was estimated between 9.4 and 9.9 g kg⁻¹ and 23.9 and 29.4 g kg⁻¹, respectively, in the cladodes. In general, N and K interfered with the main productive characteristics and nutritional status of the dragon fruit plant.

Keywords: Cactaceae. Fertility. *Hylocereus*. Leaf diagnosis. Nutrition.

4 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos aumento no consumo de frutas tem sido observado. Apesar de ser mais direcionado para culturas tradicionais, algumas frutas exóticas têm ganhado destaque no mercado atual, destacando-se a pitaita (*Hylocereus* sp.), devido ao seu alto valor nutritivo e por possuir baixo valor calórico (COSTA *et al.*, 2017; DUARTE *et al.*, 2017; ENCISO *et al.*, 2016; CORDEIRO *et al.*, 2015).

No Brasil, algumas espécies de pitaita são mais comercializadas, como a *Hylocereus undatus* (casca vermelha com brácteas e polpa branca), *H. polyrhizus* (casca vermelha com brácteas e polpa vermelha), *H. costaricensis* (casca vermelha com brácteas e polpa vermelha-arroxeadada) e *H. megalanthus* (casca amarela com espinhos e polpa branca); existe uma espécie chamada *H. setaceus* (casca vermelha com espinhos e polpa branca), nativa do Cerrado brasileiro e conhecida popularmente como saborosa.

Para essas espécies, nos últimos anos, têm-se verificado sensível aumento na comercialização e na área de cultivo no Brasil. De acordo com dados da CONAB (2019), ocorreu crescimento no volume de pitaitas comercializadas nas centrais de abastecimento, passando de 695.502 kg em 2017, para 977.747 kg em 2018, e chegando a 941.298 kg apenas nos seis primeiros meses de 2019, com boa perspectiva para o restante do ano. Segundo o MAPA (2019), neste ano o País exportou 5.297 kg, com valor de US\$ 27,324.00.

Na região Nordeste, alguns estados vêm se destacando no cultivo de pitaita, como Pernambuco e Ceará. Neste último, têm surgido novas áreas de cultivo em várias regiões, como no Noroeste Cearense e na Região Metropolitana de Fortaleza; porém, é na região do Jaguaribe, particularmente na Chapada do Apodi, nas cidades de Limoeiro do Norte e Quixeré, que vem ocorrendo aumento mais expressivo na área cultivada, com mais de 60 ha já implantados, sendo que a maior parte ainda não atingiu a fase produtiva ou de plena produção. Vale ressaltar, que, os produtores da região ainda não dispõem de informações suficientes para o cultivo, nos mais diversos aspectos, mas, particularmente, quanto ao manejo nutricional e adubações.

Conhecer a relação entre a quantidade de fertilizantes aplicada ao solo e a quantidade de nutrientes absorvida pela planta pode ajudar na nutrição equilibrada da cultura, não ocorrendo adubações excessivas e nem deficiência de nutrientes. Assim, a cultura pode expressar todo seu potencial produtivo (AUGOSTINHO *et al.*, 2008; PEGORARO *et al.*, 2014), levando em consideração outros fatores importantes para o desenvolvimento da cultura.

O nitrogênio e o potássio são considerados os elementos mais importantes na nutrição das plantas, por serem, normalmente, os mais exigidos e exportados pela maioria das culturas

(MARSCHNER, 1986; MALAVOLTA, 2006). Vale ressaltar que interações entre esses dois elementos podem ocorrer em diferentes momentos e locais (ROSOLEM, 2005), sendo importante conhecer a dinâmica dos nutrientes no sistema solo-planta (VIANA, 2007), que pode variar com o tipo de solo, o clima e a cultivar (MOREIRA, 1999).

Atualmente, nos principais centros de produção de pitaia do País (São Paulo, Goiás, Minas Gerais e Ceará) as adubações são baseadas na experiência dos produtores, sem levar em consideração o conhecimento técnico e os requisitos nutricionais da cultura, não por negligência, mas sim, por falta de informações concretas relacionadas a fertilização. Alguns produtores levam em consideração informações técnicas de outros países.

Segundo Freitas, Carvalho e Monnerat (2012), uma ferramenta que pode auxiliar na tomada de decisão em relação as doses corretas à serem aplicadas é a diagnose foliar, que serve para verificar as quantidades de nutrientes presentes no material vegetal e se os mesmos estão em níveis adequados ou não, comparando-se com padrões estabelecidos. Para isso, o ideal é gerar dados científicos para as mais diversas condições de cultivo, em diferentes regiões, climas, solos, estádios fenológicos, espécies e variedades.

Alguns trabalhos têm evidenciado a importância da adubação na cultura da pitaia. Fernandes *et al.* (2018) observaram aumento da produção e da qualidade dos frutos de pitaia (*H. undatus* e *H. polyrizus*) cultivadas em Diamantina-MG, com a aplicação de 127 kg ha⁻¹ de K₂O no primeiro ano e 222 kg ha⁻¹ de K₂O no segundo e terceiro anos de cultivos. Em Bangladesh, Chakma *et al.* (2014), trabalhando com pitaia vermelha (*H. polyrizus*), obtiveram produtividades superiores a 30 t ha⁻¹ utilizando 270 kg ha⁻¹ de N, 126 kg ha⁻¹ de K₂O e 156 kg ha⁻¹ de P₂O₅ por ano.

Em Fortaleza-CE, Almeida *et al.* (2014), trabalhando com a aplicação de N e K em mudas de pitaia (*H. undatus*), verificaram que a interação nitrogênio x potássio afetou a disponibilidade do K no solo e os teores de ambos os elementos na parte aérea das plantas, influenciando no crescimento inicial das mesmas.

Tendo em vista o exposto, estudos sobre fertilização e nutrição tornam-se necessários para viabilizar as recomendações de corretivos e fertilizantes com embasamento científico, sendo imprescindível a intensificação das pesquisas para que se possa obter conhecimento em relação a esses aspectos de forma que o cultivo da pitaia seja uma opção de investimento para o produtor rural.

Assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito de doses de nitrogênio e potássio, na fertilidade do solo, na nutrição das plantas e na produção de pitaia vermelha cultivada em área irrigada na Chapada do Apodi, no município de Quixeré-CE.

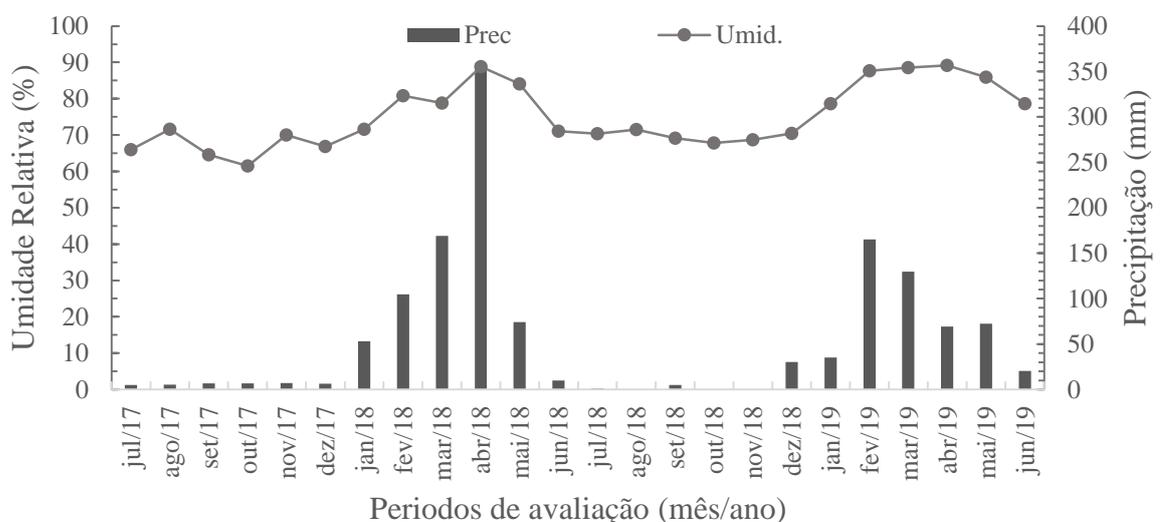
5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido em pomar irrigado, implantado em agosto de 2016, na Fazenda Maria Preta, localizada no município de Quixeré-CE, o experimento foi desenvolvendo no período de julho de 2017 a junho de 2019. O clima do município, de acordo com Köppen e Geiger, é classificado como Aw. A temperatura média é de 27,7 °C e 796 mm é a pluviosidade média anual; outubro é o mês mais seco e o mês de maior precipitação é março, com média de 211 mm. A latitude é 5° 04' 27" S e a longitude 37° 59' 19" W, com altitude de 90 m acima do nível do mar. O solo predominante na Chapada do Apodi é o Cambissolo Háplico derivado de rochas carbonáticas, formação Jandaíra (GATTO, 1999; EMBRAPA, 1999), classificado como Cambissolos Háplicos eutróficos (BRANDÃO; FREITAS, 2014; JACOMINE; ALMEIDA; MEDEIROS, 1973).

Os dados meteorológicos do período experimental foram coletados na estação pertencente ao Instituto Federal do Ceará (IFCE), Campus Limoeiro do Norte, localizado a, aproximadamente, 35 km de distância do experimento. Os dados referentes aos valores mínimos, máximos e médios de temperatura, umidade relativa e precipitação total estão dispostos na Figura 2 e 3.

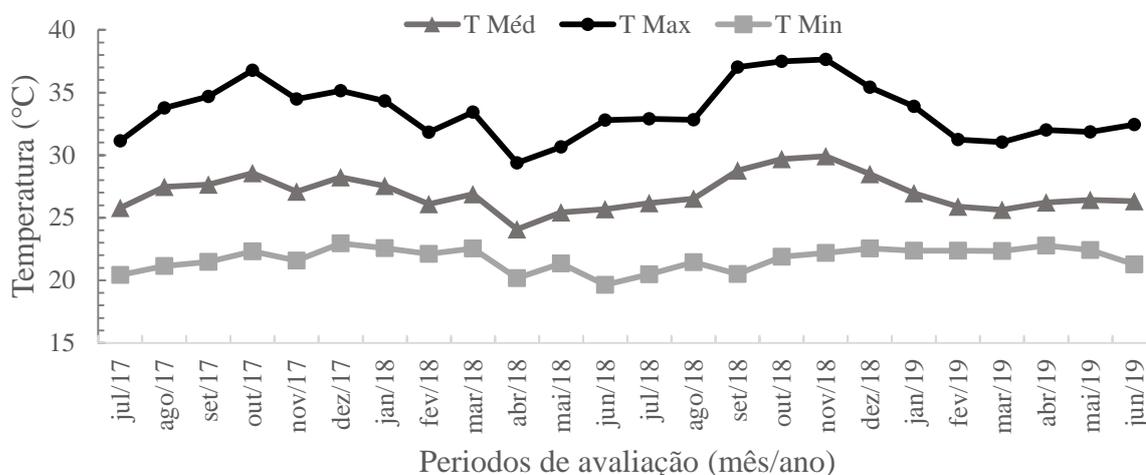
Figura 2 – Umidade relativa (Umid) e precipitação mensal (Prec) durante o período experimental (julho de 2017 a junho de 2019). UFC, Quixeré-CE, 2019.



Fonte: IFCE – Limoeiro do Norte.

Nota: Dados trabalhados pelo autor

Figura 3 - Temperaturas média (T Méd), máxima (T Máx) e mínima (T Mín) durante o período experimental (julho de 2017 a junho de 2019). UFC, Quixeré-CE, 2019.



Fonte: IFCE – Limoeiro do Norte.

Nota: Dados trabalhados pelo autor

5.2 Delineamento experimental e tratamentos

Para as características produtivas e nutrição da planta de pitia vermelha (*Hylocereus* sp.), o delineamento experimental foi o aleatorizado, no esquema fatorial 5 x 5, com 25 tratamentos referentes às combinações entre cinco doses de nitrogênio (30, 180, 330, 480 e 630 kg ha⁻¹ de N) e cinco doses de potássio (30, 180, 330, 480 e 630 kg ha⁻¹ de K₂O), com quatro repetições, totalizando 100 parcelas experimentais. Cada parcela foi constituída por oito plantas, em quatro covas distribuídas sequencialmente na linha de plantio, sendo as duas covas centrais úteis (quatro plantas) e as duas covas das extremidades de cada parcela bordaduras internas (quatro plantas). Foram utilizados como fonte de N a ureia (45% de N) e o cloreto de potássio (60% de K₂O) como fonte de K.

Para o monitoramento da fertilidade do solo durante o período experimental foram incluídas parcelas subdivididas ao longo do tempo no delineamento, correspondendo a duas épocas de coleta, uma no final da estação seca e outra ao final da estação chuvosa, gerando um esquema 5 x 5 x 2.

Foi utilizado, ainda, um fator extra para todas as características avaliadas, identificado como mancha de solo, em dois níveis (com e sem mancha) constituída em sua maioria de sedimentos de rochas carbonáticas. Este fator foi modelado como efeito principal e funcionou como um controle local.

Devido à ausência de recomendação de adubação para a pitaiá vermelha (*Hylocereus* sp.), os tratamentos e a adubação básica foram estimados com referência em doses utilizadas por produtores da Chapada do Apodi, bem como de outras regiões do Brasil e, com base nos resultados preliminares obtidos pelo grupo de pesquisa em fruticultura da Universidade Federal do Ceará em experimentos de campo (MARQUES *et al.*, 2012; ARAÚJO *et al.*, 2012) e casa de vegetação (ALMEIDA *et al.*, 2013, 2014 e 2016; CORRÊA *et al.*, 2014).

A aplicação dos fertilizantes foi manual, em um raio de aproximadamente 40 cm de largura (distante cerca de 10 cm do colo da planta) em torno da cova, para as duas plantas. Além da adubação nitrogenada e potássica referente aos tratamentos testados, mensalmente foi realizada a adubação básica em todas as parcelas para o fornecimento de fósforo e enxofre (via superfosfato simples, na dose de 135 kg ha⁻¹ de P₂O₅ por ano) e de micronutrientes (via FTE BR-12, na dose de 10 kg ha⁻¹ de Zn por ano), ambas em 12 aplicações distribuídas mensalmente.

5.3 Instalação e condução do experimento

Previamente à instalação da pesquisa, foram coletadas amostras para a avaliação da fertilidade do solo, na linha (área molhada pela irrigação na projeção da copa) e na entrelinha do pomar, nas camadas de 0-20 cm e de 20-40 cm, cujos resultados estão expressos na Tabela 2.

Tabela 2 - Características químicas iniciais do solo na área do experimento (agosto de 2016). UFC, Quixeré-CE, 2019.

Amostra	P	MO	pH (H ₂ O)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	H+Al	Al ³⁺	SB	CTC	V
	mg/dm ³	g/kg		----- mmol/dm ³ -----								%
Linha (0 - 20)	6,7	21,3	7,7	13,7	143	47	8	0,0	0,0	212	212	100
Linha (20-40)	3,2	16,1	7,6	14,9	141	32	4	0,0	0,0	191	191	100
Entrelinha (0-20)	2,1	13,4	7,9	10,4	143	43	6	0,0	0,0	202	202	100
Entrelinha (20-40)	1,9	20,5	7,8	34,6	138	37	2	0,0	0,0	212	212	100

Extratores: P, Na e K - Mehlich-1; Ca, Mg e Al - KCl 1 mol/L; H+Al - Acetato de cálcio 0,5 mol/L a pH 7,0; pH em água (relação 1:2,5). P = fósforo, MO = matéria orgânica, pH = potencial hidrogeniônico, K = potássio, Ca = cálcio; Mg = magnésio, Na = sódio, H+Al = acidez potencial, SB = soma de bases CTC = capacidade de troca de cátions do solo e V = saturação por bases;

Em campo, o experimento foi instalado em 25 de agosto de 2016, utilizando seis linhas de plantio em uma área de cultivo comercial, descrita no item 2. O espaçamento adotado era de 3 m entre linhas e 2 m entre covas (com duas plantas por cova). As parcelas experimentais

foram distribuídas em seis linhas internas (úteis), e havia duas linhas laterais e, pelo menos, três covas consecutivas, nas extremidades das linhas úteis, como bordadura (bordaduras externas). Assim, a área total do experimento foi de 2400 m², sendo 1200 m² útil, já que cada parcela tinha 24 m² (4 covas) no total e 12 m² (2 covas) de área útil. As bordaduras externas receberam adubações praticadas pelo produtor na Fazenda, via fertirrigação.

As mudas utilizadas na implantação do pomar foram obtidas a partir de estacas (cladódios) com aproximadamente 20 cm, plantadas diretamente no solo em área utilizada como berçário de mudas, para enraizamento durante 60 a 90 dias, foram transplantadas a campo.

A condução das plantas foi realizada após o estabelecimento das mudas no campo, tutorando-as em mourões de madeira de 1,80 m de altura, amarrando os cladódios com barbante e direcionando o crescimento em haste única até a parte superior do mourão. Sempre que necessário, foram realizadas podas dos ramos ladrões (eliminação de brotações laterais), com o intuito de evitar atraso no crescimento da haste única. Ao atingir a extremidade superior do mourão, a haste única, doravante chamada de haste principal, recebeu uma poda para a remoção da parte apical, deixando-a com cerca de 10 cm acima de um arame de aço galvanizado liso, fio n° 12 (2,77 mm de espessura), esticado entre os mourões a uma altura aproximada de 1,70 m do solo, cobertos com mangueiras de irrigação (PVC) reaproveitadas, e afixado nos mourões com grampos de aço. Essa poda teve como finalidade estimular brotações laterais na parte superior da haste principal, para a formação da copa da planta.

Durante toda a condução do experimento foram realizadas podas de formação e limpeza. Capinas também foram realizadas com a finalidade de manter as plantas daninhas controladas e evitar competição por nutrientes e água, sendo feitas com o auxílio de enxadas nas linhas de plantio e, nas entrelinhas, com roçadeira mecânica ou manual.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejo, com duas mangueiras de gotejo por linha de plantio e 50 cm entre gotejadores autocompensantes. Foram realizadas duas irrigações diárias de aproximadamente 1 hora e meia cada. A vazão dos gotejadores era de aproximadamente 2,3 L por hora, aplicando lâmina diária em torno de 6,9 litros por gotejador. A água utilizada foi obtida de poços profundos, sendo sua classificação C3S3, pH 7,4 e 0,91 mS cm⁻¹ de condutividade elétrica. Sempre, imediatamente após a aplicação dos adubos, realizava-se a irrigação na área, a fim de promover a incorporação e evitar perdas de N por volatilização (CANTARELLA, 2007).

Em relação às pragas e doenças, foram encontradas algumas causando danos a cultura. A abelha arapuá (*Trigona spinipes*) é considerada a praga principal da cultura da pitiaia na

região, causando raspagem das flores e brácteas dos frutos. Foram observados, também, ataques da broca da bananeira (*Cosmopolites sordidus*), abrindo galerias nos frutos, provocando podridão no local atacado. Outras pragas também encontradas foram o percevejo do milho (*Leptoglossus zonatus*), atacando os botões florais, o pulgão (*Aphis gossypii*), causando o secamento das extremidades das brácteas, a cochonilha (*Planococcus citri*), a formiga “louca” (*Paratrechina* spp.) e a cortadeira (*Atta* sp.), danificando as brácteas dos frutos, além da mariposa do cacto (*Cactoblastis cactorum*) atacando as flores.

Quanto a doenças, a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) e a bacteriose (*Xanthomonas campestris*) foram observadas em alguns cladódios, causando podridão mole.

Para o controle das pragas e doenças, foram utilizados produtos naturais e comerciais orgânicos, sendo eles: extrato de alecrim, pimenta e citronela; emascerao de pimenta (álcool combustível + polpa da pimenta) e limonemo (casca de limão e laranja), ambos utilizados para o controle do percevejo e formiga. Para o controle também das formigas e abelhas arapuás, utilizou-se os produtos comerciais orgânicos Basuk® e Xilotrom Gold®, produzidos pela EcoSolução Agrocências e Soluções Ambientais Ltda. e Arvensis Agro S.A. respectivamente. Com a utilização dos produtos citados ocorreu o controle da broca da bananeira.

Durante o período produtivo, foi realizado o ensacamento dos frutos com toucas descartáveis de TNT, para evitar o ataque de percevejos, abelhas arapuás e pássaros.

5.4 Características avaliadas

5.4.1 Avaliação da fertilidade do solo

Durante a condução do experimento foram realizadas duas coletas de solo nos períodos chuvoso (junho/2017) e não chuvoso (novembro/2017), retirando-se amostras com o auxílio de um trado holandês, numa faixa de 40 cm de largura (com raio interno distante ± 10 cm do colo da planta), correspondendo à área adubada e molhada pela irrigação, para análise, na profundidade de 0-20 (RAIJ *et al.*, 2001). Após a coleta, o solo foi seco ao ar, destorroado e tamisado em malha de 2 mm e acondicionado em embalagens (caixas de 300 g) até a sua utilização. A análise foi realizada de acordo com a metodologia descrita em Silva (2009). As determinações dos elementos foram realizadas através do fotômetro de chama DM-63, espectrofotômetro 600 Plus e ICP-OES Agilent 5100. Foram avaliados o K trocável do solo pelo método Mehlich e condutividade elétrica por meio da pasta de saturação.

5.4.2 Avaliação do estado nutricional das plantas com base na análise de cladódios (diagnose foliar)

Foram realizadas avaliações nutricionais dos cladódios, coletando-se a porção mediana (terço médio) de cladódios desenvolvidos, apresentando uma ou mais flores totalmente expandidas na extremidade do cladódio, tomando como base indicações de folhas índices de outras frutíferas, nas quais normalmente coletam-se as folhas nos ramos em pleno florescimento ou na frutificação (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997; RAIJ *et al.*, 1996).

Os cladódios foram coletados na área experimental em setembro de 2018, identificados e transferidos para a preparação do material no Laboratório de Solos da Embrapa Agroindústria Tropical para posteriores análises. Inicialmente, os terços médios dos cladódios coletados foram lavados com água e solução de ácido clorídrico (3%) e secos a sombra durante uma hora. Em seguida foram cortados em pequenos pedaços, acondicionados em bandejas de isopor e colocados em estufa sob circulação forçada de ar à temperatura de 65°C, até a obtenção de peso constante. Após a secagem o material foi moído em moinho tipo Willey TE-650/1, com malha de abertura de 1 mm para homogeneização da amostra, obtendo-se o extrato vegetal em pó, seguindo metodologia de trabalho proposta por Silva (2009). Para a preparação das amostras e análise do material vegetal, foi seguida a metodologia descrita pela Embrapa (1999).

5.4.3 Características físicas do fruto

Foram avaliados dois anos de produção: ano 1 (jul./2017 a jun./2018) e ano 2 (jul./2018 a jun./2019), sendo realizadas colheitas de acordo com a produção de frutos.

a) Produtividade (PRODT)

Obtida através da produção por unidade de área ao longo do ano e estimadas para um hectare ($t\ ha^{-1}$).

b) Número de frutos (NF)

Somatório dos frutos produzidos na área útil da parcela, sendo os resultados expressos em unidades por planta ($un\ planta^{-1}$);

c) Massa média do fruto (MF)

Determinada pela utilização de 4 frutos íntegros de cada parcela experimental e pesados em balança digital, com os resultados expressos em gramas (g);

d) Diâmetro (DF) e comprimento (CF) do fruto

Realizados nos frutos individualmente com o auxílio de paquímetro digital (Pantec – 0 a 200 mm), colocado em posição perpendicular e paralela ao eixo do fruto, sendo os resultados expressos em milímetros (mm);

5.5 Análise estatística

Após a obtenção dos dados, foram verificadas as pressuposições da análise de variância como pontos discrepantes, heterogeneidade da variância, não normalidade dos resíduos e tamanho das amostras. Ocorrendo necessidade de transformação, foi utilizado o método de potência ótima de Box-Cox (BOX e COX, 1964). A análise de variância (ANOVA), pelo teste F com nível de significância 0,05, tem objetivo de testar o efeito dos níveis de tratamento e das interações, quando significativo, foi realizado teste de comparação de médias pelo teste de Tukey para o fator qualitativo ($p < 0,05$) e a regressão o de testar a tendência na variável resposta em função dos níveis quantitativos de tratamentos (modelo linear: $Y = a + bx$; modelo quadrático: $Y = a + bx + cx^2$), sendo análises independentes (MONTGOMERY, 2013). Ocorrendo interação significativa entre os nutrientes realizou-se o desdobramento da análise de variância de um fator dentro do outro, ou seja, o estudo do efeito simples, com consequente comparação de médias de um fator dentro de cada nível do outro, pelo teste de Tukey (0,05).

Quando ocorreu interação entre os nutrientes, os resultados foram apresentados, também, por meio de gráficos de superfície de resposta tridimensionais, com a interpolação dos dados para observar a distribuição da variabilidade espacial conjunta das variáveis estudadas, cujo eixo x representou a dose de N, o eixo y representou a dose de K_2O e o eixo z representou a superfície de resposta da variável em análise, procedendo-se o ajuste em superfície de resposta do modelo tipo $Y = A_0 + A_1(N) + A_2(N)^2 + A_3(K) + A_4(K)^2 + A_5(N).(K)$, em que Y foi a variável de resposta; dose de N ($kg\ ha^{-1}$); dose de K_2O ($kg\ ha^{-1}$); A_0 , A_1 , A_2 , A_3 , A_4 e A_5 , os parâmetros do modelo.

Foi utilizado, para a tabulação dos dados e geração de arquivos para análises, o programa Excel. As análises de estatística descritiva e análises de variância, teste de Tukey e regressão foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SAS[®] (SAS INSTITUTE INC, 2012); a confecção dos gráficos foi feita com os programas SigmaPlot 12.5[®] (SYSTAT SOFTWARE, 2011) e as superfícies de resposta com o Statistica 10.0[®] (STATSOFT, 2011).

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

6.1 Avaliação da fertilidade do solo

Houve efeito principal de doses de N e K sobre as duas variáveis relacionadas à fertilidade do solo, contudo, apenas para CE houve efeito de época e de interações duplas e tripla (Tabela 3). Para a interação tripla, optou-se pelo desdobramento das doses de N e K em cada época e análise do efeito principal de época, visando um melhor entendimento. Ocorreu transformação de dados para as duas características avaliadas.

Tabela 3 - Quadro de análise de variância da concentração de potássio (K) trocável e condutividade elétrica (CE) do solo em cultivo de pitaia em função de doses de N e K no período chuvoso e não chuvoso. UFC, Quixeré-CE, 2019.

F.V.	G.L.	K trocável	C.E
		-----Q.M.-----	
Dose N	4	0,1968**	0,0583**
Dose K	4	1,1698**	0,0461**
Época (E)	1	0,0601 ^{ns}	7,8013**
N x K	16	0,0525 ^{ns}	0,0281**
N x E	4	0,0283 ^{ns}	0,0839**
K x E	4	0,0904 ^{ns}	0,0232**
N x K x E	16	0,0124 ^{ns}	0,0180**
Bloco	3	0,0718 ^{ns}	0,0013 ^{ns}
Mancha	1	5,0839**	0,0213*
Erro	143	0,0560	0,0034
CV (%)		13,8	9,2
Média		6,85 mmol _c dm ³	2,46 mS cm ⁻¹

ns - não significativo; * - Significativo a 5% de probabilidade; ** - Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Fonte: Elaborado pelo autor.

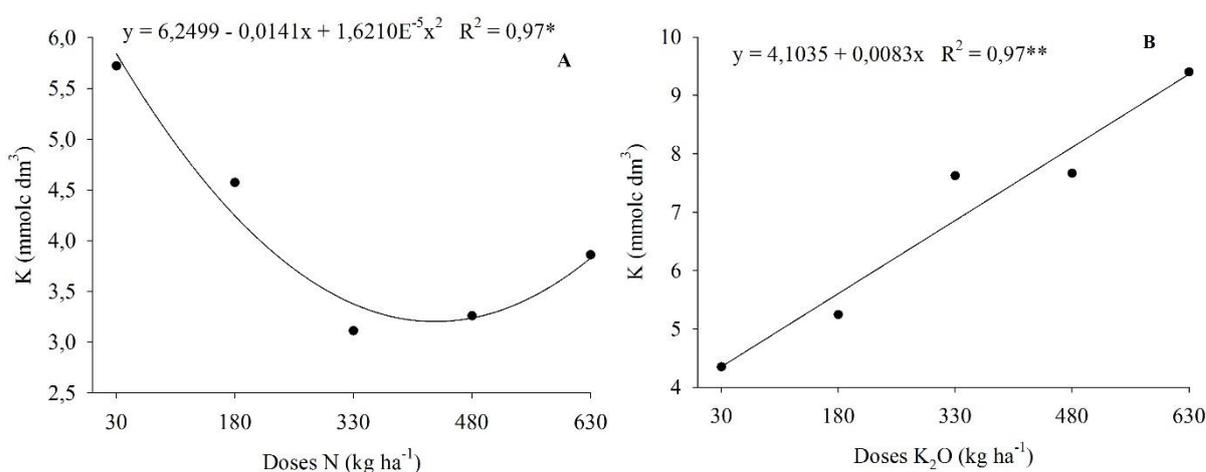
A análise química inicial evidencia uma elevada fertilidade do solo na área experimental (Tabela 2), sendo uma característica de Cambissolos derivados de rochas calcárias que ocorrem na região da Chapada do Apodi (GATTO, 1999). Os altos teores observados de K⁺ trocável, na camada de 0 a 40 cm no solo (Tabela 2), indicam baixa necessidade de adubação potássica, porém, a presença em altas concentrações de outros cátions, como Ca²⁺ e Mg²⁺, podem interferir na absorção do potássio, tornando-o não disponível para as plantas (MALAVOLTA; VITTI; OLIVEIRA, 1997; OLIVEIRA; CARMELLO; MASCARENHAS, 2001; MEDEIROS *et al.*, 2008).

6.1.1 Concentrações de K trocável no solo

Independente da época, não chuvosa ou chuvosa, a adubação nitrogenada afetou o potássio trocável no solo seguindo um modelo quadrático; com a elevação das doses ocorreu decréscimo na concentração de K, seguido por um discreto aumento (Figura 4A). O resultado desta pesquisa foi semelhante ao encontrado por Almeida *et al.* (2014), também na cultura da pitaita, em que verificaram o mesmo efeito da adubação com N nas concentrações de K trocável no solo. Possivelmente, essa redução pode ter sido causada, pelo estímulo do crescimento vegetativo da planta, ocasionado pelo aumento das doses de N, ocorrendo um aumento na demanda de K, conseqüentemente, diminuindo a concentração do mesmo na solução do solo (BREDEMEIER; MUNDSTOCK, 2000).

Já para a adubação potássica, o efeito foi linear, tanto na época não chuvosa quanto chuvosa, com elevação das concentrações do K trocável no solo em função das doses, promovendo incremento de 112% em relação a menor dose de potássio aplicada, chegando ao valor de 9,24 mmol_c dm³ na maior dose (Figura 4B). Esse resultado já era esperado, visto que algumas pesquisas com pitaita e outras culturas demonstraram o mesmo efeito (ALMEIDA *et al.*, 2014; CAJAZEIRA, 2016; FERNANDES *et al.*, 2018; MONTES, 2013; TEIXEIRA *et al.*, 2005; PRADO *et al.*, 2004).

Figura 4 - Concentração de K trocável em solo oriundo de cultivo de pitaita em função de doses de N (A) e K (B). UFC, Quixeré-CE, 2019.



Apesar de haver altas quantidades de K presente no solo quando da implantação do experimento (Tabela 2), a cultura pode ter absorvido/exportado boa parte desse nutriente para o crescimento da planta e sua produção, devido a esse nutriente ser o mais exigido pela parte aérea (MOREIRA *et al.*, 2016) e pelos frutos (LIMA, 2018). Uexkull (1985) relata que mesmo

em solos com boa reserva de K, são necessárias adubações potássicas para melhorar o rendimento da cultura, sem as quais pode ocorrer declínio da produção.

6.1.2 Condutividade elétrica do solo

No período chuvoso, tanto a adubação nitrogenada quanto a potássica promoveram aumentos lineares na CE do solo com o incremento nas doses, principalmente a nitrogenada (Figura 5). Observa-se que os maiores valores de CE foram relacionados às maiores doses de N, especialmente quando combinadas às maiores doses de K. Isso pode ser quantificado pelos valores dos coeficientes angulares para cada nutriente na equação, +0,0006 para N e +0,0002 para K, ou seja, a taxa de aumento da CE em função de N é três vezes maior do que em função de K. Nesse período, chuvoso, a CE do solo chegou ao valor máximo de $1,62 \text{ mS cm}^{-1}$, nas parcelas cujos tratamentos combinavam as doses 630 kg ha^{-1} de N e 630 kg ha^{-1} de K_2O . Por outro lado, os menores valores foram observados nas menores doses de N, principalmente quando combinadas às menores doses de K (Figura 5). Esses resultados assemelham-se aos encontrados por Blanco (2004) na cultura do tomate, que na combinação N e K obtiveram aumento linear da CE. As altas doses de N podem ter acidificado o solo, através da liberação de H^+ durante o processo de nitrificação do nitrogênio, diminuindo o pH e aumentando a condutividade elétrica da solução do solo. Em estudos realizados por Souza *et al.* (2012) com a cultura dos citros, observaram que o N promoveu a acidificação do solo, reduzindo o pH e aumentando a CE da solução do solo.

Já no período não chuvoso, o efeito foi inverso para a adubação nitrogenada, reduzindo a CE do solo com o aumento das doses, a uma taxa negativa (coeficiente de N na equação: -0,0004) (Figura 6); por outro lado, a adubação potássica promoveu aumento acentuado da CE, a uma taxa mais de oito vezes superior àquela observada no período chuvoso (coeficiente de K na equação: +0,0017). Nessa época, não chuvosa, a maior CE no solo, $4,29 \text{ mS cm}^{-1}$, foi observada para a combinação da maior dose de K testada, 630 kg ha^{-1} de K_2O e a menor dose de N, 30 kg ha^{-1} de N. Ao contrário, a menor CE (3 mS cm^{-1}) foi observada na combinação da maior dose de N aplicada (630 kg ha^{-1} de N) e a menor dose de K (30 kg ha^{-1} de K_2O) (Figura 6). O cloreto de potássio é um sal e pode contribuir para o aumento da condutividade elétrica do solo (ORESCA 2016), devido a seu elevado índice salino (116), sendo o maior entre os adubos utilizados (ERNANI; ALMEIDA; SANTOS, 2007). Lima *et al.* (2001) também observaram efeito da adubação N e K na CE de solo cultivado com feijoeiro.

Figura 5 - Condutividade elétrica do solo cultivado com pitaia, em função de doses de K e N no período chuvoso. UFC, Quixeré-CE, 2019.

$$z = 1,1146 + 0,0006*(N) + 0,0002*(K)$$

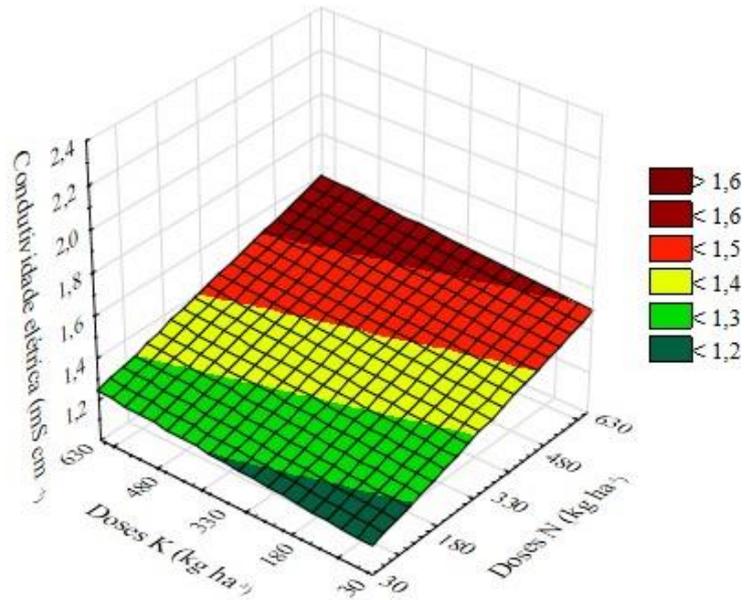
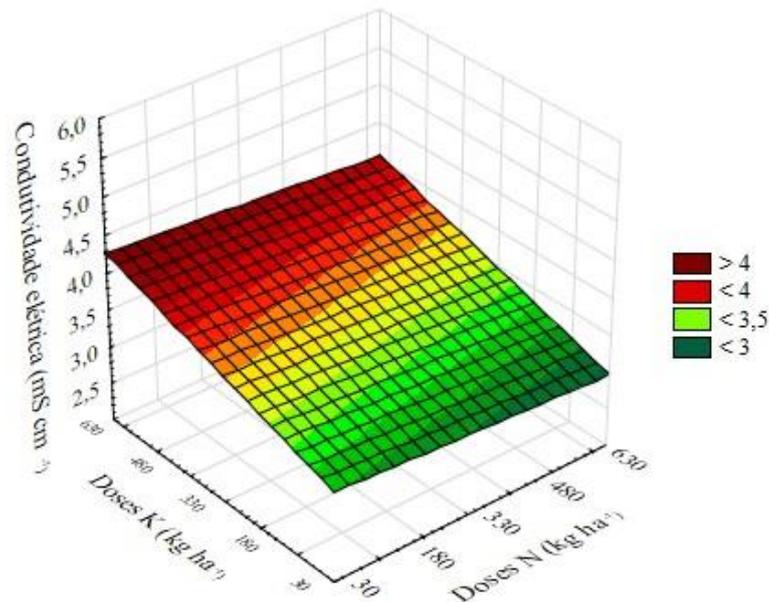


Figura 6 - Condutividade elétrica do solo cultivado com pitaia, em função de doses de K e N no período não chuvoso. UFC, Quixeré-CE, 2019.

$$z = 3,209 - 0,0004*(N) + 0,0017*(K)$$



Comparando as épocas, no período não chuvoso as médias de CE foram maiores que no período chuvoso (Tabela 4). Esse resultado corrobora os encontrados por Silva *et al.* (2012), na cultura da figueira. Esse comportamento pode estar relacionado com a solubilização dos sais e possível lixiviação para as camadas inferiores no período chuvoso.

Outro fator que pode ter contribuído para o aumento da CE foi a água utilizada na irrigação no período não chuvoso, tendo alta presença de cátions: 40,98 mmol_c L⁻¹, bicarbonatos 2,85 mmol_c L⁻¹ e condutividade elétrica em 0,91 mS cm⁻¹, considerada moderada pela classificação proposta por Ayers e Westcot (1999). Alguns trabalhos mostraram o efeito da água salina, associada a aplicação de N e K, aumentando os valores de CE no solo (BEZERRA *et al.*, 2014; SOUTO *et al.*, 2015; ORESCA, 2016).

Tabela 4 – K trocável e condutividade elétrica no solo em cultivo de pitáia no período chuvoso e não chuvoso. UFC, Quixeré-CE, 2019.

Época	K	CE
	mmol _c dm ³	mS cm ⁻¹
Chuvosa/jun-18	6,53 a	1,36 b
Não chuvosa/dez-18	7,18 a	4,24 a

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor.

6.2 Avaliação nutricional dos cladódios (diagnose foliar)

De acordo com a análise de variância (Tabela 5), para os macronutrientes ocorreu efeito isolado das doses de N apenas nos teores de P, Mg e Na; e para as doses de K nos teores de K, Mg e Na. Não houve efeito da interação N x K. Os valores de C.V. observados são considerados baixos e médios, em relação aos dados de referência descritos por Pimentel-Gomes (2009), demonstrando a precisão dos resultados. Ocorreu transformação de dados para P.

Tabela 5 - Efeitos das aplicações de doses de N e K nos teores de macronutrientes em cladódios de plantas de pitáia. UFC, Quixeré-CE, 2019.

----- Quadrados médios -----								
F.V	G.L.	N	K	P	Mg	Na	Ca	S
Dose N	4	2,2926 ^{ns}	56,4259 ^{ns}	0,0077**	6,9300**	0,0638**	25,7419 ^{ns}	0,0259 ^{ns}
Dose K	4	2,3866 ^{ns}	342,1961**	0,0033 ^{ns}	18,7706**	0,1318**	16,2529 ^{ns}	0,0634 ^{ns}
N x K	16	1,5320 ^{ns}	33,7526 ^{ns}	0,0026 ^{ns}	1,3742 ^{ns}	0,0139 ^{ns}	16,6293 ^{ns}	0,0459 ^{ns}
Blocos	3	1,7554 ^{ns}	142,7149**	0,0022 ^{ns}	8,4111**	0,0526**	90,7433**	0,0551 ^{ns}
Mancha	1	10,3948 ^{ns}	50,4597 ^{ns}	0,1012**	0,8381 ^{ns}	0,0639*	147,1218**	0,2160**
Erro	71	1,4755	23,1345	0,0018	1,3031	0,0102	13,1520	0,0275
CV (%)		12,6	16,6	4,1	12,4	15,9	12,8	15,3
Média		9,59 g kg ⁻¹	28,82 g kg ⁻¹	1,33 g kg ⁻¹	9,19 g kg ⁻¹	0,63 g kg ⁻¹	28,13 g kg ⁻¹	1,07 g kg ⁻¹

FO – Fonte da variação; GL – Grau de liberdade; C.V. – Coeficiente de variação; ns - não significativo; * - Significativo a 5% de probabilidade; ** - Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Fonte: Elaborado pelo autor.

6.2.1 Teor de N nos cladódios

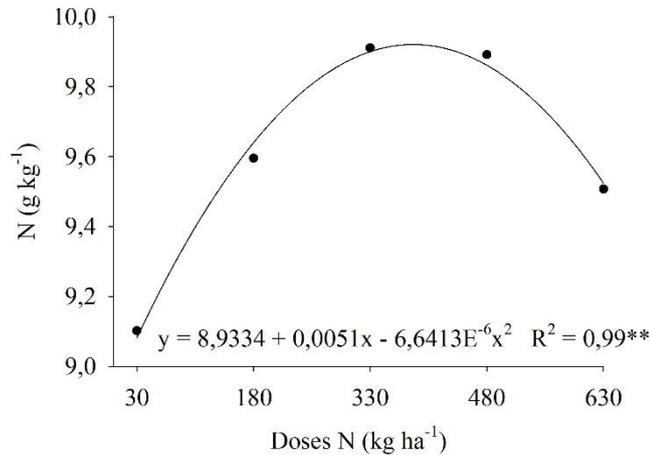
Embora a análise de variância não tenha acusado efeitos das adubações com N e K e sua interação sobre o teor de nitrogênio nos cladódios, com a análise de regressão foi possível o ajuste de uma curva quadrática para teores de N no cladódio em função das doses de N aplicadas (Figura 7). Percebe-se que, a partir da menor dose testada, 30 kg ha⁻¹ de N, o aumento gradual nas doses de N aplicadas proporcionou também um incremento nos teores desse nutriente no cladódio, até um valor máximo estimado de 9,91 g kg⁻¹ de N, relacionado à dose de 383,96 kg ha⁻¹ de N. A partir deste ponto, o aumento nas doses aplicadas passou a causar redução nos teores do cladódio.

Alguns autores, trabalhando com adubação orgânica na cultura da pitaiá vermelha, observaram teores de N em torno de 8,43 g kg⁻¹ (COSTA *et al.*, 2015), 11,6 g kg⁻¹ (MOREIRA *et al.*, 2011) e 11 a 16 g kg⁻¹ (MOREIRA *et al.*, 2012) em cladódios laterais de pitaiá, valores semelhantes aos encontrados na atual pesquisa. Porém, os teores encontrados neste estudo foram inferiores aos observados por Almeida *et al.* (2014); esses autores, trabalhando com pitaiá branca (*H. undatus*) constataram que as doses de N influenciaram nas concentrações de N, variando de 3,36 a 30,40 g kg⁻¹ aplicando entre 0 e 900 kg ha⁻¹. Esses valores elevados encontrados pelos autores podem ser justificados pelo fato de avaliarem apenas o crescimento inicial da cultura, sendo essa fase, a de maior necessidade e acúmulo de N na planta (LIMA, 2018; MOREIRA *et al.*, 2016).

O N é o elemento mais limitante para o crescimento da cultura (RODRIGUES, 2000; TURCIOS; MIRANDA, 1998; HERNANDEZ, 2000), juntamente com o K, sendo os que estão em maior quantidade nos cladódios e nos frutos da pitaiá. O N é o principal nutriente responsável pelo desenvolvimento da planta. Isso demonstra a necessidade de adequadas quantidades desse nutriente aplicadas para manter os teores ideais no cladódio.

Para adubação potássica, além da análise de variância, também não houve ajuste de regressão para os teores de N no cladódio. Resultado que corrobora com os encontrados por Almeida (2013), que não observou efeito de doses de K em pitaiá branca (*H. undatus*). Porém, Fernandes (2016) obteve efeito positivo para a aplicação de K nos teores de N em pitaiá vermelha (*H. polyrhizus*). Possivelmente, no presente trabalho, os teores de N não foram influenciados pelas doses de K devido ao solo ter grandes quantidades desse nutriente presentes (Tabela 2).

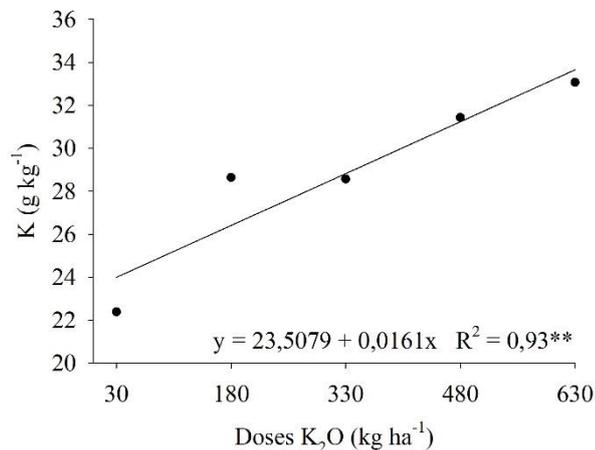
Figura 7 - Teor de N em cladódios de pitaia em função de doses de N. UFC, Quixeré-CE, 2019.



6.2.2 Teor de K nos cladódios

Os teores de K no cladódio foram afetados pelas doses de K aplicadas segundo modelo linear de regressão, numa relação direta e positiva. Os teores de K aumentaram com a elevação das doses, não chegando a um ponto de máximo. Mesmo comportamento observado na concentração de K trocável no solo (Figura 4B). Resultados esses, esperados devido ao incremento do K no solo. Na dose mais elevada (630 kg ha⁻¹) alcançou-se teores de 33,65 g kg⁻¹ no cladódio, ocorrendo incremento de 40,2% em relação a menor dose aplicada, 30 kg ha⁻¹ (Figura 8). Esse resultado foi semelhante ao encontrado por Fernandes *et al.* (2018) em cladódios laterais de pitaia vermelha (*H. polyrhizus*), que observaram aumento linear, com valores de aproximadamente 37 g kg⁻¹ na dose máxima de 222 kg ha⁻¹ de K₂O. Porém, Cajazeira (2016), trabalhando com doses de K com pitaia vermelha (*Hylocereus* sp.) em vasos, observou o ponto de máximo na dose de 480 kg ha⁻¹ de K₂O, obtendo teor de 35,8 g kg⁻¹ de K.

Figura 8 - Teor de K em cladódios de pitaia em função de doses de K. UFC, Quixeré-CE, 2019.



Valores superiores foram observados na atual pesquisa quando comparados aos observados por Costa *et al.* (2015), em cultivo de pitaiia vermelha (*H. undatus*) utilizando diferentes tipos de adubo orgânico, sendo observados valores que variaram de 20,26 a 22,93 g kg⁻¹; já Moreira *et al.* (2012) chegaram a valores entre 23 e 26 g kg⁻¹ de K em pitaiia vermelha (*H. undatus*). Essa superioridade pode ser devida aos adubos orgânicos utilizados não terem grandes quantidades de K em sua composição.

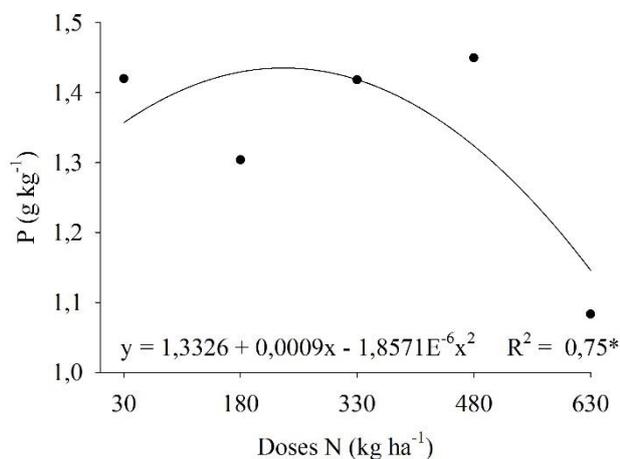
A cultura da pitaiia responde bem a adição de K em todas as fases de desenvolvimento. Moreira *et al.* (2016) e Lima (2018), avaliando o acúmulo de nutrientes em pitaiias branca (*H. undatus*) e vermelha (*Hylocereus* sp.), respectivamente, observaram que o potássio foi o nutriente mais acumulado pela parte aérea dessa frutífera, com valores de 2,49 g planta⁻¹ e 7,79 g planta⁻¹ respectivamente.

Para a adubação nitrogenada, além da análise de variância, também não houve ajuste de regressão nos teores de K no cladódio. Os resultados encontrados na atual pesquisa corroboram os relatados por Coelho *et al.* (2010) na cultura do abacaxi, que também não constataram efeito do N nos teores de K; e por Costa *et al.* (2015), em que não observaram efeito da adubação orgânica no aumento dos teores de K em pitaiia vermelha. A ausência de efeito do N sobre os teores de K na atual pesquisa pode estar relacionada ao crescimento da planta com o incremento do N, exigindo maior quantidade de K durante seu desenvolvimento.

6.2.3 Teor de P nos cladódios

Os teores de P foram influenciadas pelas doses de N, ocorrendo ajuste de regressão. O ponto de máximo foi observado na dose de 242,31 kg ha⁻¹, com teor estimado em 1,44 g kg⁻¹ de P; com as doses subsequentes ocorreu diminuição nos valores observados (Figura 9). Pode-se verificar que, apesar de ocorrer efeito significativo das doses aplicadas, houve incremento de apenas 5,8% nos teores de P, quando comparado a menor dose aplicada (30 kg ha⁻¹). O fósforo é o quinto nutriente mais acumulado nos cladódios de pitaiia (MOREIRA *et al.*, 2016), sendo importante na fase de desenvolvimento do fruto (ALMEIDA, 2013).

Figura 9 - Teor de P em cladódios de pitaita em função de doses de N. UFC, Quixeré-CE, 2019.



O teor de P em plantas cultivadas, normalmente situa-se entre 1,5 e 5 g kg⁻¹ (MARSCHNER, 1995). As adubações básicas feitas mensalmente podem ter sido suficientes para atender as demandas da cultura. Porém, o maior crescimento e desenvolvimento da planta ocasionado pelas altas doses de N, podem ter aumentado a necessidade da planta por P, diminuindo seu teor no cladódio. Kamprath (1987) comenta que o aumento da absorção de P é otimizado quando aplicado N no solo, mesmo em solos com quantidades suficientes.

Costa *et al.* (2015) observaram que o valor máximo de P em pitaita sob adubação orgânica foi 4,6 g kg⁻¹. Moreira *et al.* (2012), também trabalhando com adubos orgânicos, verificaram valor médio de 2,6 g kg⁻¹ de P no cladódio.

Em relação a adubação potássica, além da análise de variância, também não houve ajuste de regressão nos teores de P no cladódio. O mesmo resultado foi observado por Fernandes (2016) em pitaita vermelha e Coelho *et al.* (2010) em abacaxi. Trabalhando com pitaita branca, Cajazeira (2016) observou que o incremento do K reduziu os teores de P nos cladódios.

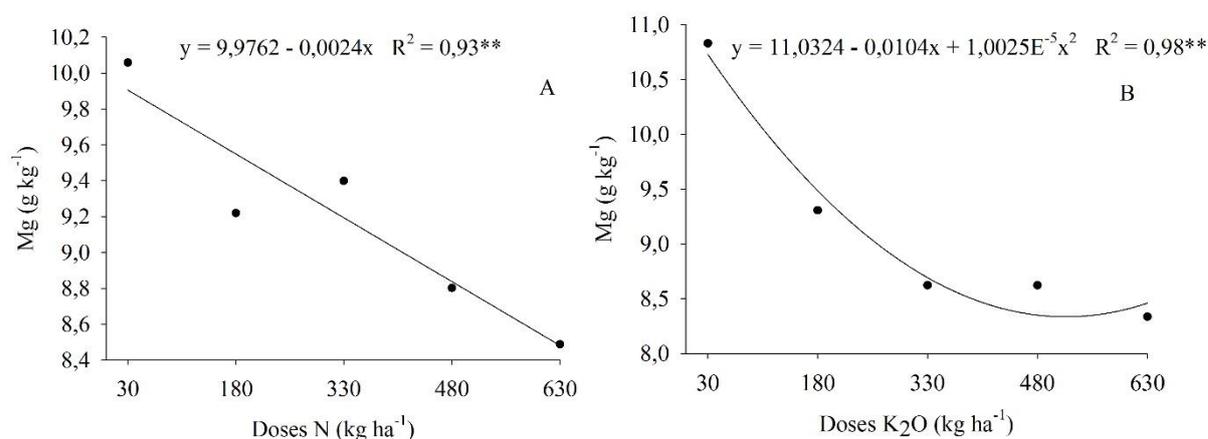
6.2.4 Teor de Mg nos cladódios

Para os teores de Mg, houve efeito isolado das doses de N e K aplicados, ocorrendo ajuste de regressão para ambos os nutrientes, sendo linear para N e quadrático para K. O nitrogênio teve efeito negativo no teor de Mg; com a elevação das doses aplicadas ocorreu diminuição no teor do nutriente, reduzindo de 9,9 g kg⁻¹ para 8,5 g kg⁻¹, o que representa decréscimo de 16% no teor dos cladódios (Figura 10A). Já as doses de K, quando elevadas, resultaram em decréscimo no teor de Mg até a dose de 518,70 kg ha⁻¹, ocorrendo em seguida leve aumento no teor com a elevação da dose aplicada. O maior teor de Mg no cladódio foi

obtido na dose de 30 kg ha⁻¹ de K₂O, com valor observado de 10,7 g kg⁻¹ (Figura 10B). Fernandes (2016) também observou efeito negativo da adição de K no teor desse nutriente em dois ciclos de produção de pitaia vermelha (*H. polyrhizus*), sendo os maiores teores (primeiro ciclo 3,62 e segundo ciclo 4,37 g kg⁻¹ de Mg) observados na ausência de adubação potássica. Teores inferiores ao encontrado na atual pesquisa foram relatados por Costa *et al.* (2015) que, utilizando adubação orgânica na cultura da pitaia, constataram teor máximo de 5,2 g kg⁻¹ de Mg em cladódios laterais de pitaia.

A diminuição observada nos teores de Mg no cladódio em função da adubação nitrogenada, pode ser explicada pelo fato das maiores doses de N induzirem maior crescimento da planta, demandando maior quantidade de Mg, por ser nutriente importante no desenvolvimento e produção das culturas, participando da formação da clorofila e na fotossíntese (CAKMAK; YAZICI, 2010).

Figura 10 - Teor de Mg em cladódios de pitaia em função de doses de N (A) e K (B). UFC, Quixeré-CE, 2019.



Já o efeito da adubação potássica no teor de Mg do cladódio pode ser devido ao solo ter elevada quantidade de potássio que, associado a adição do nutriente através das doses aplicadas inibiu a absorção do Mg, apesar desse nutriente também estar em teores elevados no solo (Tabela 2); Mg compete com o K pelos sítios celulares de absorção (FOLONI; ROSOLEM, 2008) e, conseqüentemente, sua absorção pela planta é prejudicada, comprometendo seu desenvolvimento.

Segundo Mendes (2007), o teor de Mg nos tecidos dos vegetais em geral, pode variar de 1,5 a 10,0 g kg⁻¹ da matéria seca. O teor de Mg encontrado no presente trabalho está na faixa descrita pelo autor citado, com teores entre 8,46 e 9,9 g kg⁻¹ nas doses de N. Já para as doses de K, o teor encontrado superou o intervalo descrito, com valores entre 8,45 e 10,7 g kg⁻¹ de

Mg. Os altos teores observados também podem ter relação com a grande quantidade de Mg presente no solo no início do experimento (Tabela 2), apesar de estar competindo com o K pelos sítios de absorção, sendo possível a planta acumular as quantidades necessárias para sua demanda, independente das doses de K utilizadas.

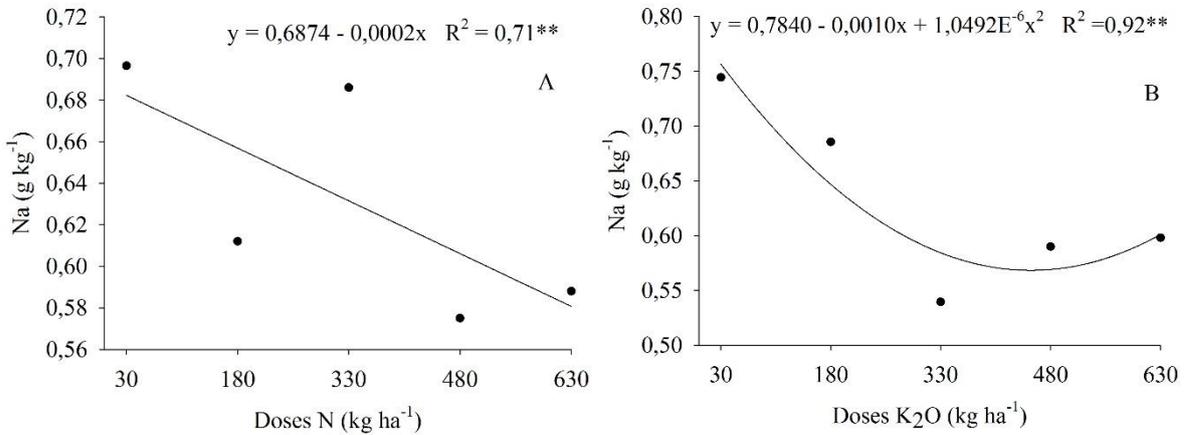
6.2.5 Teor de Na nos cladódios

As doses de N e K tiveram efeito sobre o teor de Na nos cladódios, ocorrendo ajuste de regressão para ambos os nutrientes, sendo linear para N e quadrático para K. O comportamento observado foi semelhante ao do teor de Mg. Os incrementos nas doses de N diminuíram o teor desse nutriente, com queda de 21,4%, quando comparado a menor dose (30 kg ha⁻¹), para a qual foi observado o maior teor Na nos cladódios 0,68 g kg⁻¹ (Figura 11A).

Para as doses de K, houve decréscimo no teor até a dose de 476,5 kg ha⁻¹, chegando ao valor de 0,55 g kg⁻¹, seguido por um leve aumento quando aumentada a dose aplicada (Figura 11B). Os maiores teores para essa característica foram observados nas menores doses de N e K (30 kg ha⁻¹), com valores de 0,68 e 0,75 g kg⁻¹ respectivamente. Cajazeira (2016) também observou o efeito antagônico do K nos teores de Na, em cladódios de pitaia branca (*H. undatus*), com valor máximo de 7,48 g kg⁻¹ quando não foi aplicado potássio.

Segundo Marschner (2012), o sódio na nutrição mineral de plantas superiores pode ser considerado como nutriente benéfico ou como substituto do K em algumas funções metabólicas e como um soluto osmoticamente ativo. Para as plantas C₄ e CAM se torna mais importantes (SALAMONI, 2008), por estimular a expansão celular e quando em deficiência exibir clorose, necrose e interferir no florescimento da cultura (INOCÊNCIO; CARVALHO; FURTINI NETO, 2014). Isso explica a diminuição do Na nas doses elevadas de K, pois, o Na tem atuação maior quando o K está em níveis baixos. Já a diminuição observada nas doses de N pode ser atribuída a planta ter se desenvolvido mais e, conseqüentemente, aumentar sua demanda pelo Na, com também, pode ter ocorrido a diluição do mesmo no tecido.

Figura 11 - Teor de Na em cladódios de pitaita em função de doses de N (A) e K (B). UFC, Quixeré-CE, 2019.



Para os micronutrientes, de acordo com a análise de variância (Tabela 6), não houve efeito da interação N x K. Porém, ocorreu efeito isolado das doses de N nos teores de Zn e Mn. Ocorreu transformação de dados para Zn, Mn, Cu e Fe.

Tabela 6 - Efeitos das aplicações de doses de N e K nos teores de micronutrientes em cladódios de plantas de pitaita. UFC, Quixeré-CE, 2019.

F.V.	G.L.	Zn	Mn	Cu	Fe
----- Q.M. -----					
Dose N	4	0,0841**	0,1442**	0,0551 ^{ns}	0,0011 ^{ns}
Dose K	4	0,0146 ^{ns}	0,0120 ^{ns}	0,0522 ^{ns}	0,0060 ^{ns}
N x K	16	0,0441 ^{ns}	0,0487 ^{ns}	0,0967 ^{ns}	0,0262 ^{ns}
Blocos	3	0,1316**	0,0930*	1,3546**	0,0486*
Mancha	1	0,0346 ^{ns}	2,7148**	0,9744**	0,0829*
Erro	71	0,0229	0,0298	0,0941	0,0170
CV (%)		7,9	10,6	15,1	10,1
Média		27,16 mg kg ⁻¹	52,12 mg kg ⁻¹	3,29 mg kg ⁻¹	20,36 mg kg ⁻¹

FV – Fonte da variação; GL – Grau de liberdade; C.V. – Coeficiente de variação; ns - não significativo; * - Significativo a 5% de probabilidade; ** - Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

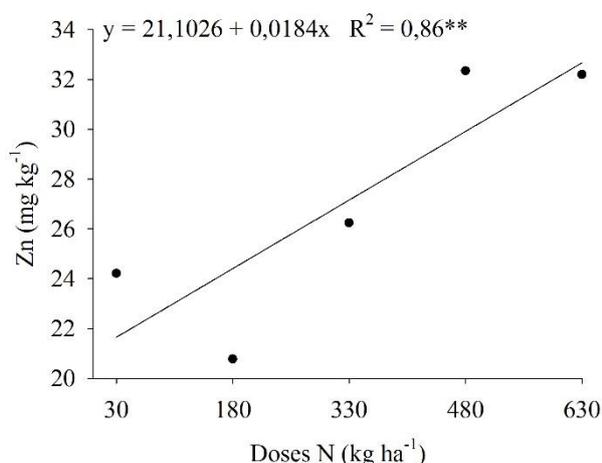
Fonte: Elaborado pelo autor.

6.2.6 Teor de Zn nos cladódios

Para o Zn, os teores variaram de 21,6 a 32,7 mg kg⁻¹. Os teores aumentaram de acordo com a elevação do N aplicado (Figura 12). Esse efeito crescente pode ser explicado devido as doses de N induzirem a planta a um maior crescimento e aparecimento de novos cladódios, aumentando a demanda por micronutrientes, estando o Zn como um dos principais

micronutrientes absorvidos pela pitiaia (LIMA *et al.*, 2018), participando especialmente, como ativador enzimático (MALAVOLTA, 1997). Correa *et al.* (2014) relataram que baixos teores de Zn reduzem o crescimento da pitiaia e, quando em teores satisfatórios, apresentam acúmulo de massa seca e elevada produção (MUNER, 1986). Com a incrementação do N no solo também pode ter ocorrido a redução do pH do solo, elevando a acidez e aumentando a disponibilidade do Zn.

Figura 12 - Teor de Zn em cladódios de pitiaia em função de doses de N. UFC, Quixeré-CE, 2019.



Outro fator que pode ter contribuído para esse aumento é a interação clássica entre o P e Zn (SOUZA; COGO; VIEIRA, 1997); Segundo Abreu, Lopes e Santos (2007) existe antagonismo desses elementos, que ocorre em maior proporção em valores de pH próximos a neutralidade, sendo essas características observadas na presente pesquisa, com valores de pH acima de 7 (Tabela 2). Foi observado que a elevação das doses de N, reduziram o teor de P nos cladódios (Figura 9), podendo ter ocorrido esse efeito descrito pelos autores citados. Com a redução do fósforo ocorreu aumento dos teores de Zn. O maior teor encontrado (32,7 mg kg⁻¹) na pesquisa está acima do valor considerado limite (25 mg kg⁻¹) para caracterização de deficiência nas plantas em geral (MALAVOLTA, 2006; FURLANI, 2004), mostrando a importância das adubações nitrogenadas no teor desse nutriente.

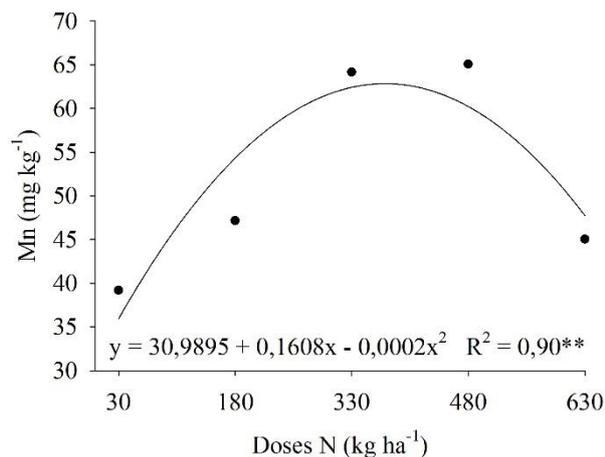
Para a adubação potássica, além da análise de variância, também não houve ajuste de regressão no teor de Zn nos cladódios. O mesmo resultado foi observado por Coelho *et al.* (2011) e Souza *et al.* (2002) em abacaxi. Fernandes (2016), em pomar de pitiaia vermelha e Cajazeira (2016) no crescimento inicial de pitiaia branca, observaram que o incremento das doses de K diminuiu o teor de Zn nos cladódios.

6.2.7 Teor de Mn nos cladódios

Outro micronutriente que sofreu efeito das aplicações das doses de N no teor dos cladódios foi o Mn, ajustando-se de forma quadrática. O maior teor estimado (63,1 mg kg⁻¹) foi observado no ponto de máxima de 400,5 kg ha⁻¹ de N, ocorrendo nas doses subsequentes decréscimo (Figura 13). Segundo Malavolta (2006), esse micronutriente tem função metabólica importante, como ativador enzimático da fotossíntese, respiração e no controle hormonal, sendo o segundo micronutriente mais acumulado na pitiaia (MOREIRA *et al.*, 2016; LIMA, 2018). Carvalho *et al.* (2002), na cultura do maracujá, utilizando a dose de 416,6 kg ha⁻¹ de N, observaram o teor máximo de 94,5 mg kg⁻¹ de Mn. A melhor dose observada na pesquisa atual, assemelha-se ao encontrado pelos autores citados. Para esse nutriente pode ter sofrido o mesmo efeito observado nos teores de Zn, em que a adição de N no solo pode ter reduzido o pH do solo, elevando a acidez e melhorando a disponibilidade do Mn para absorção pela planta.

Em relação a adubação potássica, não influenciou os teores de Mn nos cladódios. O mesmo resultado foi observado por Coelho *et al.* (2011) em abacaxi. Por outro lado, Fernandes (2016), na cultura da pitiaia vermelha, observou que o incremento das doses de K aumentaram o teor de Mn nos cladódios.

Figura 13 - Teor de Mn em cladódios de pitiaia em função de doses de N. UFC, Quixeré-CE, 2019.



6.2.8 Outros nutrientes

Em relação ao Ca, S, Cu e Fe, não ocorreu efeito das doses de N e K nos teores desses elementos (Tabela 5 e 6).

Cajazeira (2016) não observou efeito das doses de K nos teores de Ca; já os teores de Cu diminuíram com o aumento das doses e, para os teores de Fe, observou resposta quadrática.

Tosta (2009), na cultura do maracujazeiro, também não observou efeito do K nos teores de Ca, porém, verificou efeito quadrático para os teores de Fe e Cu. Na cultura do abacaxizeiro, Veloso *et al.* (2001) observaram efeito das doses de N nos teores de Ca, porém, não houve efeito para Cu e S. Já para as doses de K, os mesmos autores verificaram efeito apenas para os teores de S, não afetando o Ca e Cu.

Como explicado anteriormente, esses efeitos podem estar relacionados com o crescimento da planta; planta mais desenvolvidas tem maior demanda por nutrientes, ocorrendo diminuição dos teores nos cladódios.

De modo geral, a adição de nitrogênio e potássio se mostrou importante nos teores de macro e micronutrientes. Marschner (1995) relata que em plantas perenes, a análise foliar se torna ainda mais importante, comparada a análise de solo, pois, permite a adequação dos programas de adubação a tempo de não comprometer a produção das culturas.

6.3 Primeiro ciclo de produção

Na Tabela 7 pode-se verificar o resumo da análise de variância para as variáveis produtividade (PRODT), diâmetro (DF) e comprimento (CF) do fruto, número de frutos por planta (NF) e massa média de frutos (MF) de pitaia, no primeiro ciclo produtivo, em função das adubações nitrogenada e potássica. Nesse primeiro ciclo de produção, após a implantação da área experimental, houve efeito principal da adubação nitrogenada sobre a PRODT, NF e PF. Não houve efeito da adubação com N sobre as variáveis DF e CF, bem como, efeito da adubação potássica ou da interação entre as adubações N e K em qualquer das variáveis. Ocorreu transformação de dados para PRODT, NF e DF.

Os valores de CV observados na Tabela 7 são considerados baixos e médios, em relação aos dados de referência descritos por Pimentel-Gomes (2009), demonstrando a precisão dos resultados.

Tabela 7 - Resumo da análise de variância da produtividade (PRODT), número de frutos (NF), massa média (MF), diâmetro (DF) e comprimento (CF) de pitaia no primeiro ano produtivo em função das adubações nitrogenada e potássica. UFC, Quixeré-CE, 2019.

F.V.	G.L.	PRODT	NF	MF	DF	CF
-----Q.M.-----						
Doses N	4	0,1254**	0,0968**	7039,47**	4188 ^{ns}	62,1871 ^{ns}
Doses K	4	0,0342 ^{ns}	0,0293 ^{ns}	908,706 ^{ns}	1126 ^{ns}	17,2505 ^{ns}
N x K	16	0,0426 ^{ns}	0,0401 ^{ns}	2213,99 ^{ns}	3142 ^{ns}	25,0377 ^{ns}
Blocos	3	0,0114 ^{ns}	0,0062 ^{ns}	1290,16 ^{ns}	2956 ^{ns}	4,3735 ^{ns}
Mancha	1	0,0387 ^{ns}	0,0058 ^{ns}	14,3818 ^{ns}	3631 ^{ns}	26,6387 ^{ns}
Erro	71	0,0352	0,0301	2120,54	2770	26,8684
CV (%)		10,6	10,5	11,2	13,2	5,4
Média		6,99 t ha ⁻¹	5,5 un. pl ⁻¹	408,2 g	85,0 mm	94,7 mm

FF – Fonte da variação; GL – Grau de liberdade; CV. – Coeficiente de variação; Q.M. – Quadrados Médios ns - não significativo; * - Significativo a 5% de probabilidade; ** - Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Fonte: Elaborado pelo autor.

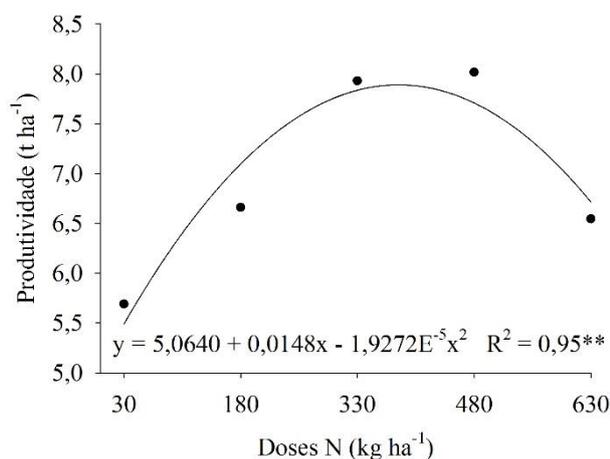
6.3.1 Produtividade

Obteve-se ajuste de regressão quadrática para a produtividade em função das doses de N (Figura 14), ocorrendo o mesmo para o número de frutos (Figura 15). À medida que as doses de N aumentaram atingiu-se a produtividade máxima estimada de 7,90 t ha⁻¹ de frutos, relacionada a dose 383,9 kg ha⁻¹ de N, a partir da qual passou a ocorrer decréscimo na produtividade, com 2 anos de implantação do pomar (Figura 14). Esse resultado diverge do

encontrado por Araújo *et al.* (2012), em que as maiores produções de frutos foram observadas com a aplicação de 600 kg ha⁻¹ de N, em pitiaia *Hylocereus undatus*, na mesma região. Porém, isso pode estar relacionado ao fato desses autores terem avaliado apenas 6 meses de produção, em pomar já estabelecido, com três anos de implantação, estando a planta melhor desenvolvida e com possibilidade de responder melhor às adubações.

Segundo Epstein e Bloom (2006), as plantas requerem altas quantidades de nitrogênio e, sua baixa disponibilidade, limita a produtividade. Porém, o excesso de N pode ocasionar elevado crescimento vegetativo, inibindo o florescimento (MENZEL; HAYDON; SIMPSON, 1991).

Figura 14 - Produtividade em função de doses de N em plantas de pitiaia no primeiro ano produtivo. UFC, Quixeré-CE, 2019.



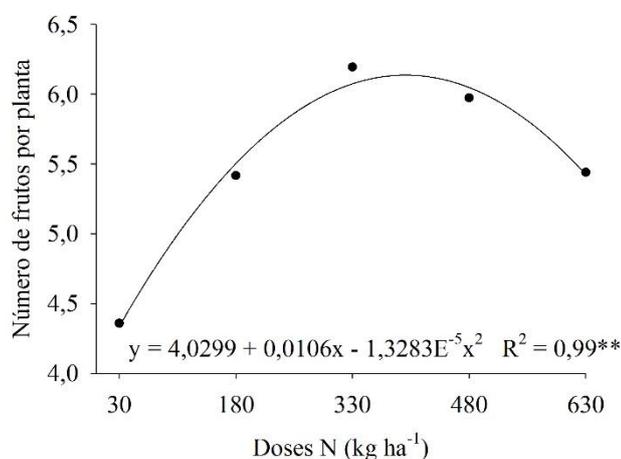
Levando em consideração as doses de K, não houve efeito e nem ajuste de regressão para a produtividade no primeiro ciclo de produção. Assim, os resultados encontrados na pesquisa divergem daqueles observados por Fernandes *et al.* (2018), que verificaram efeito da adubação potássica já na primeira safra para duas espécies de pitiaia, com as máximas produções observadas com as doses estimadas de 133 kg ha⁻¹ de K₂O, para *H. undatus*, e 222 kg ha⁻¹ de K₂O para *H. polyrizus* relacionadas, respectivamente, à produção de cerca de 2,39 kg planta⁻¹ ($\pm 2,65$ t ha⁻¹) e 2,0 kg planta⁻¹ ($\pm 2,22$ t ha⁻¹), bem abaixo das 7,9 t ha⁻¹ obtidos neste experimento (Figura 13). Marques *et al.* (2012) também observaram resposta positiva para a pitiaia (*H. undatus*), quando aplicada a dose máxima de 600 kg ha⁻¹ de K₂O. Entretanto, os resultados encontrados no trabalho atual corroboram os de Silva, Carvalho e Damasceno (2003) e Weber *et al.* (2006), que também não observaram efeito das doses de K nos ciclos iniciais de produção da banana em solos com características semelhantes ao do presente estudo.

A explicação para a ausência dos efeitos das doses de K no primeiro ciclo de produção da pitaia pode ser devido a demanda da cultura por esse nutriente ter sido atendida com os níveis disponíveis no solo da área experimental nesta fase (Tabela 2).

6.3.2 Número de frutos, massa média, diâmetro e comprimento

Para o número de frutos por planta houve ajuste de regressão quadrática em função da adubação nitrogenada, o que não foi observado para a massa média de frutos, embora pelo teste F tenha sido verificado efeito significativo das doses de N. O número de frutos teve aumento até a dose estimada de 399 kg ha⁻¹ de N, atingindo o ponto de máxima de 6,14 unidades planta⁻¹; a partir daí houve decréscimo com o aumento das doses (Figura 15). Turcios e Miranda (1998) também observaram efeito significativo para o número de frutos no primeiro ano de produção de pitaia, quando aplicadas doses de 80 e 120 kg ha⁻¹ de N em *H. undatus*.

Figura 15 - Número de frutos em função de doses de N em plantas de pitaia no primeiro ano produtivo. UFC, Quixeré-CE, 2019



As doses mais elevadas produziram menor número de frutos. Um possível motivo para esse comportamento é que grandes quantidades de N podem ocasionar o elevado crescimento vegetativo da planta e baixa produção de frutos (DAMATTO JÚNIOR *et al.*, 2005), formando uma copa densa, com a parte superior recebendo mais radiação que a interna (SOUZA; FERNANDES, 2018); com isso, o nível elevado de respiração proporciona aumento da temperatura em ambas as partes, resultando em uma situação de estresse, devido à alta respiração e baixa fotossíntese.

As doses de K não tiveram efeito significativo (Tabela 7) para o número de frutos. Fernandes *et al.* (2018) observaram efeito positivo das doses de K em pitaia branca (*H. undatus*)

no primeiro ano produtivo, ocorrendo efeito quadrático com o ponto de máxima de 117,7 kg ha⁻¹ de K para um valor de 16,9 g kg⁻¹. Esse efeito na pesquisa citada, pode ser devido as quantidades de K observadas no solo terem sido baixas (0,45 mmolc dm³), sendo o suprimento de K atendido com as adubações.

Provavelmente o teor de K presente no solo esteja em quantidades suficientes para atender as necessidades da planta no primeiro ano produtivo, como observado na análise inicial (Tabela 2). Consequentemente, a quantidade de K aplicado no solo, independente da dose, não apresentou efeito no primeiro ciclo de produção. Nessa fase inicial a cultura tem maior demanda por N, que é responsável pelo crescimento vegetativo da planta.

Para as características diâmetro e comprimento de fruto e massa média não houve efeito nem ajuste de regressão em função das doses de N e K ou sua interação. Essa resposta pode ser explicada pela cultura ainda estar em fase de crescimento, gastando a maior parte dos fotoassimilados para o desenvolvimento da planta, em geral, não sendo possível, ainda, expressar o efeito das doses nessas características (TURCIOS; MIRANDA, 1998).

Por outro lado, Fernandes *et al.* (2018) observaram efeito da adubação com K no diâmetro, no comprimento e na massa média do fruto em duas espécies de pitaia (*H. undatus* e *H. polyrhizus*) já no primeiro ano produtivo. Vale ressaltar que os valores médios de CF e DF observados aqui, respectivamente 94,7 e 85 mm (Tabela 7), foram superiores àqueles relatados por Fernandes *et al.* (2018) em pitaia vermelha, cerca de 77,9 mm para o comprimento de fruto, com valores oscilando de 72,9 a 77,9 mm, e, cerca de 71,8 mm para diâmetro, variando de 63,6 a 71,8 mm.

As dimensões dos frutos encontrados no atual trabalho são considerados como frutos grandes, como observado em outras pesquisas para comprimento e diâmetro, respectivamente, 107,06 e 84,46 (CORDEIRO, 2015); 100,1 e 94,2 (SARMENTO, 2017); 88,39 e 92,64 (CRISTOFOLI *et al.*, 2015); e 87,8 e 90,2 (LESSA, 2019).

6.4 Segundo ciclo de produção

Na Tabela 8 pode-se verificar o resumo da análise de variância. Não houve efeito significativo da interação doses de nitrogênio x doses de potássio sobre as características produtivas. Ocorreu significância apenas para produtividade nas doses de N aplicadas, não ocorrendo efeito para as doses de potássio.

Tabela 8 - Resumo da análise de variância para produtividade (PRODT), número de frutos (NF), massa média (MF), diâmetro (DF) e comprimento (CF) de pitaia no segundo ano produtivo em função da adubação nitrogenada e potássica. UFC, Quixeré-CE, 2019.

F.V	G.L	PRODT	NF	MF	DF	CF
-----Q.M.-----						
Dose N	4	0,0045*	0,0248 ^{ns}	1,1458E ⁻⁷ ^{ns}	9,8117 ^{ns}	15,3492 ^{ns}
Dose K	4	0,0017 ^{ns}	0,0255 ^{ns}	1,3763 E ⁻⁷ ^{ns}	18,0065 ^{ns}	13,1818 ^{ns}
Int. N x K	16	0,0005 ^{ns}	0,0073 ^{ns}	8,5113 E ⁻⁸ ^{ns}	8,7141 ^{ns}	18,3814 ^{ns}
Blocos	3	0,0016 ^{ns}	0,0170 ^{ns}	8,0861 E ⁻⁸ ^{ns}	18,2567 ^{ns}	23,8368 ^{ns}
Mancha	1	0,0183**	0,1275**	8,1986 E ⁻⁸ ^{ns}	49,2024**	51,7813 ^{ns}
Erro	71	0,0016	0,0139	8,3277 E ⁻⁸	9,4466	14,7657
CV (%)		2,9	8,9	11,5	3,6	4,0
Média		30,99 t ha ⁻¹	21,97 un. pl ⁻¹	406,68 g	84,70 mm	95,79 mm

FV – Fonte da variação; GL – Grau de liberdade; CV. – Coeficiente de variação; Q.M. – Quadrados médios E; ns - não significativo; * - Significativo a 5% de probabilidade; ** - Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

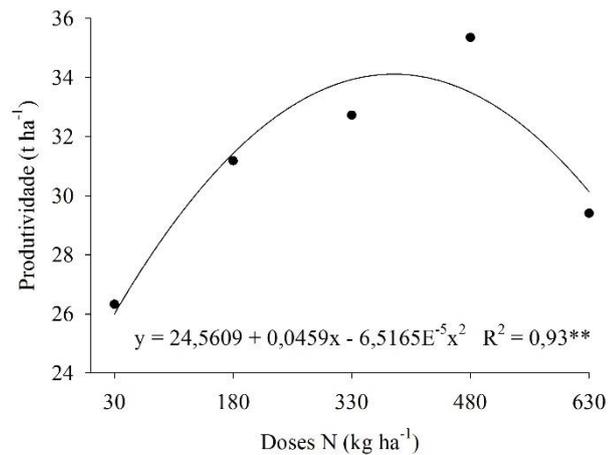
Fonte: Elaborado pelo autor.

6.4.1 Produtividade

No segundo ciclo produtivo, nas doses de N houve ajuste de regressão quadrática. Aumentando as doses foi possível observar incremento de 28% na produtividade até o ponto de máxima de 352,2 kg ha⁻¹, com valor estimado de 32,64 t ha⁻¹; a partir daí, elevando a dose de N ocorreu decréscimo da produtividade (Figura 16). Esse resultado corrobora o encontrado por Tosta (2009) que, trabalhando com doses de N (0 a 320 kg ha⁻¹) em maracujazeiro, observou ponto de máximo de 116,13 kg ha⁻¹, seguido por decréscimo quando aumentou a dose. Os valores de produtividade encontrados no presente trabalho foram superiores à média produtiva da região Sudeste, de 14 t ha⁻¹ (BASTOS *et al.*, 2006). Isso comprova a necessidade de adubação nitrogenada na cultura, pois ocorreu aumento significativo da produtividade. O comportamento observado na produtividade assemelha-se ao encontrado nos teores de N no cladódio (Figura 7), demonstrando a importância da avaliação estado nutricional no acompanhamento da produção da cultura para atingir resultados satisfatórios.

Estes resultados divergem daqueles encontrados por Araújo *et al.* (2012) que, trabalhando com a cultura da pitaia, observaram que na dose máxima (600 kg ha⁻¹ de N) ocorreu a maior produtividade, chegando a 6,6 t ha⁻¹ em 6 meses de produção. Entretanto, trabalhando também com uma cultura CAM, Veloso *et al.* (2001) não observaram efeito das doses de N na produção de abacaxi.

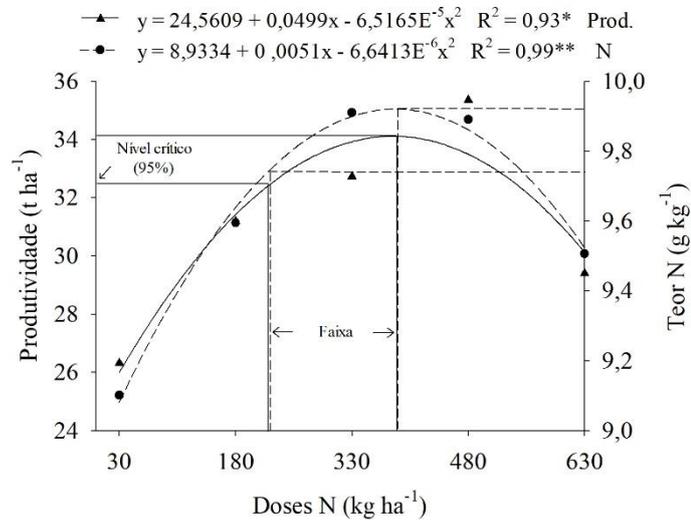
Figura 16 - Produtividade em função de doses de N em plantas de pitaia no segundo ano produtivo. UFC, Quixeré-CE, 2019.



Nobel e Barreira (2002b) relatam que baixas doses de N aplicadas levam a perda de clorofila e amarelecimento dos cladódios, podendo ser revertido com o aumento da quantidade de N aplicado. A maioria das culturas demonstra resposta positiva a adição de N no solo, estando a pitaia incluída nesse grupo, pois responde bem a adubação nitrogenada, desde o crescimento inicial (OLIVEIRA, 2017; ALMEIDA *et al.*, 2014), até a fase produtiva, como foi observado no primeiro e no segundo ciclo de produção da atual pesquisa (Figura 14 e 16), como também foi demonstrado por Turcios e Miranda (1998). Isso indica a importância desse nutriente durante todas as fases da cultura.

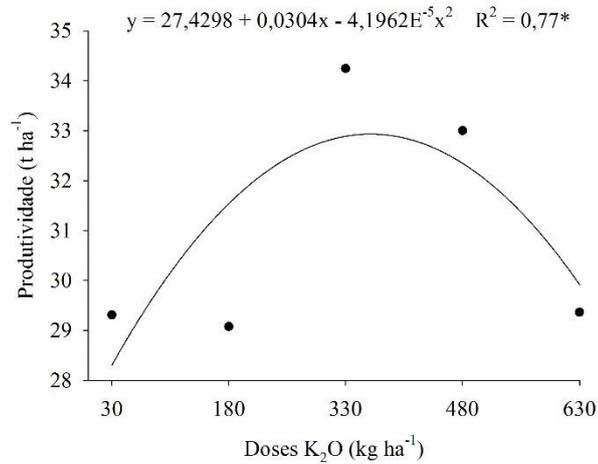
Foi estimada uma primeira aproximação para a faixa de teores de N adequadas para a cultura da pitaia, nas condições da atual pesquisa, utilizando o ponto de máxima e considerando o nível crítico de 95% de produtividade, estando entre 9,7 e 9,9 g kg⁻¹ de N nos cladódios, para a produção esperada de 32,40 a 34,11 t ha⁻¹, correspondente a faixa de adubação de 221,1 a 382,9 kg ha⁻¹ de N (Figura 17).

Figura 17 - Faixa de aproximação nos teores de N em cladódios em função de doses de N em plantas de pitaia no segundo ano produtivo. UFC, Quixeré-CE, 2019.



Efeito semelhante foi observado para as doses de K, em que apenas se ajustou na equação quadrática. Diferentemente do primeiro ano produtivo, que não houve efeito das doses de K para essa característica, ao elevar as doses atingiu um ponto de máximo de 362,2 kg ha⁻¹, com uma produtividade estimada em 32,93 t ha⁻¹ (Figura 18). Chakma *et al.* (2014) também observaram efeito positivo do K na produção de pitaia (*H. costaricensis*) no segundo ano de produção, com a maior dose aplicada (400 kg ha⁻¹), obtiveram o valor de 37,48 t ha⁻¹. Outros autores também observaram efeito positivo das doses de K na cultura da pitaia, sendo as melhores produtividades observadas nas doses de 222,2 kg ha⁻¹ de K₂O (FERNANDES *et al.*, 2018) e 300 kg ha⁻¹ de K₂O (MARQUES *et al.*, 2012); e na cultura do abacaxi, com 735,9 kg ha⁻¹ de K₂O (GUARÇONI; VENTURA, 2011).

Figura 18 - Produtividade em função de doses de K em plantas de pitaia no segundo ano produtivo. UFC, Quixeré-CE, 2019.

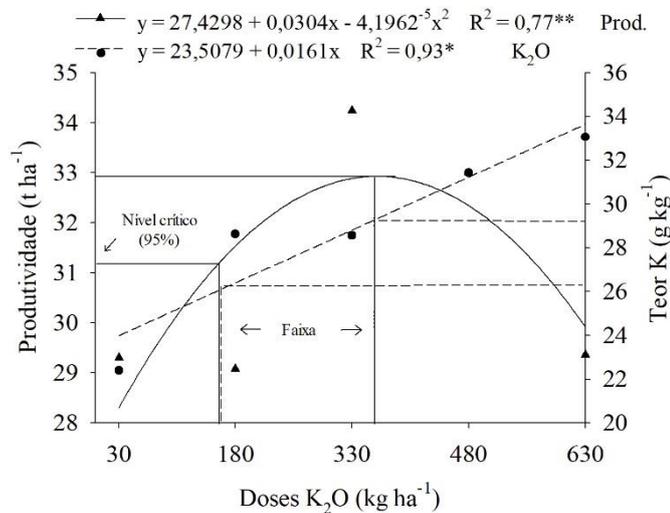


Diante dos resultados pode-se observar que apenas no segundo ano ocorreu efeito do K na produtividade. Alguns fatores podem estar relacionados com essas respostas. Como comentando anteriormente, as concentrações de K no solo no primeiro ciclo produtivo podem ter sido suficientes para as necessidades da cultura. Entretanto, no segundo ciclo produtivo pode ter ocorrido o acúmulo desse nutriente, sendo responsivo nesse período devido a cultura ter utilizado o potássio absorvido no período inicial no seu desenvolvimento e nas primeiras produções de frutos.

Uma possível explicação para o decréscimo observado na produção nas doses mais elevadas, pode ter sido pelos altos valores de condutividade elétrica observados no período não chuvoso (Figura 6), que foi avaliado no segundo ano produtivo. Esse aumento da CE pode ser resultado das altas doses de K associadas às quantidades de cátions (Ca, Mg e Na) presentes no solo, que podem estar interferindo a absorção de água e nutrientes pela planta.

Também foi estimada uma primeira aproximação para faixa de teores de K adequadas para a cultura da pitaia, nas condições da atual pesquisa, utilizando o ponto de máximo e considerando um nível crítico de 95% de produtividade, sendo entre 26,3 a 29,4 g kg⁻¹ de K, para uma produção esperada de 31,28 a 32,93 t ha⁻¹ correspondente a faixa de adubação de 174,67 a 362,93 kg ha⁻¹ de K₂O (Figura 19).

Figura 19 - Faixa de aproximação nos teores de K em cladódios em função de doses de K em plantas de pitaia no segundo ano produtivo. UFC, Quixeré-CE, 2019.



6.4.2 Número de frutos, massa média, diâmetro e comprimento

Para o diâmetro, comprimento e massa média ocorreram resultados semelhantes ao primeiro ano de produção, sendo que no segundo ciclo produtivo o número de frutos não respondeu às adubações, diferentemente do primeiro período produtivo. Assim, pode-se afirmar que nas condições observadas no experimento, o N e K não influenciaram nas características citadas acima, exceto para o número de frutos no ciclo inicial de produção.

Possivelmente os níveis desses nutrientes exigidos pela cultura possam ter sido atendidos, não demonstrando efeito da elevação das doses para essas características.

Alguns trabalhos evidenciaram o efeito positivo das doses de N e K no diâmetro, comprimento, massa média e número de frutos de pitaia (FERNANDES *et al.*, 2018; CHAKMA *et al.*, 2014; DAMASCENO, 2014). Porém, Turcios e Miranda (1998) não observaram efeito desses nutrientes em três ciclos produtivos nas mesmas características avaliadas, exceto para o número de frutos, que no segundo e terceiro ciclos de produção foi influenciado pelas doses de N.

A massa e o tamanho dos frutos são algumas das características mais importantes associadas à qualidade dos mesmos, sendo esses os principais atributos observados pelo consumidor na hora da escolha do produto, de acordo com a sua finalidade.

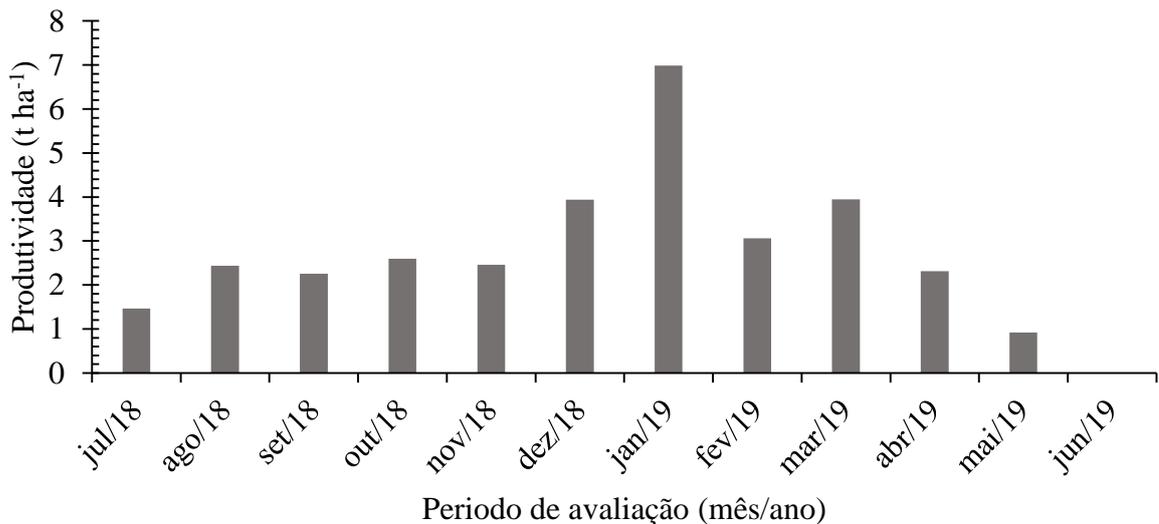
Em geral, para as características produtivas, tanto N quanto K mostraram-se importantes, pois influenciaram as principais variáveis, número de frutos e produtividade, que, para o produtor, refletem diretamente em maior lucratividade. Entretanto, os frutos produzidos

no experimento apresentam massa média e tamanho aceitáveis para o mercado consumidor, que tem sido observado pelos varejistas.

6.4.3 Distribuição mensal da produção

A produção de pitaiá na região Nordeste do Brasil se prolonga por quase todo o ano, tendo um declínio nos meses de maio a julho. Por ser uma Cactaceae, a pitaiá necessita de luminosidade adequada e temperaturas mais elevadas, quando em condições adversas, diminui o período produtivo (MARQUES *et al.*, 2010). Entre dezembro e março concentra-se o maior volume colhido da fruta, sendo janeiro o mês de maior produção (Figura 20).

Figura 20 - Distribuição mensal da produção de pitaiá no segundo ciclo produtivo ao longo do ano. UFC, Quixeré, 2019.



Fonte: elaborada pelo autor

O conhecimento da distribuição da produção ao longo do ano torna-se importante para a tomada de decisão do produtor, levando em consideração o maior período de oferta da fruta, relacionando com o maior preço. Com base no período produtivo, pode-se ter uma vantagem em relação a competitividade de mercado, pois na região nordeste o ciclo de produção estende-se durante 8 a 11 meses, sendo a região sudeste apenas 4 a 6 meses de produção (BASTOS *et al.*, 2006), sendo possível entrar em mercados nas épocas em que não ocorre oferta do produto em outras regiões.

7 CONCLUSÕES

Nas condições da atual pesquisa, pode-se afirmar que:

As doses de nitrogênio incrementaram os teores de N, P, Zn e Mn no cladódio e as de potássio elevaram apenas os teores de K.

As doses de N influenciaram positivamente no número de frutos no primeiro ano e a produtividade nos dois ciclos avaliados.

As doses de K incrementaram a produtividade apenas no segundo ano produtivo.

A faixa de adubação para um melhor rendimento de frutos foi de 350 a 400 kg ha⁻¹ de N e 300 a 360 kg ha⁻¹ de K₂O.

Uma primeira aproximação para faixas adequadas de teores de N e K em cladódios de pitaia foram de 9,7 a 9,9 g kg⁻¹ e 26,3 a 28,3 g kg⁻¹ respectivamente.

8 CAPÍTULO III - QUALIDADE DOS FRUTOS DE PITAIA VERMELHA EM FUNÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA.

RESUMO

Algumas frutas exóticas vêm se destacando no mercado nacional e mundial, dentre as quais pode-se citar a pitáia (*Hylocereus* sp.). Essa fruta tem grande potencial de aproveitamento na culinária brasileira, bem como no consumo *in natura*. Porém, ainda há uma lacuna com relação a informações técnicas para seu cultivo, particularmente sobre a adubação na qualidade pós colheita dos frutos de pitáia na região Nordeste do Brasil. O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da adubação nitrogenada e potássica na qualidade dos frutos de pitáia vermelha. O experimento foi conduzido na Fazenda Maria Preta, localizada no município de Quixeré-CE, na Chapada do Apodi. O solo predominante na região é o Cambissolo Háptico derivado de rochas calcárias. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com parcelas subdivididas, com cinco doses de nitrogênio (30, 180, 330, 480 e 630 kg ha⁻¹ de K₂O), cinco doses de potássio (30, 180, 330, 480 e 630 kg ha⁻¹ de K₂O) e duas épocas de coleta, chuvosa (fev./2018) e não chuvosa (out./2018) como subparcelas e quatro repetições. A fonte de N utilizada foi ureia (45% de N) e o cloreto de potássio (60% de K₂O) como fonte de K. Houve uma adubação básica em todas as parcelas para fornecimento de macro e micronutrientes. Foi avaliado o pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação SS/AT, açúcares totais (ATO) e redutores (ARE). O K afetou o pH do fruto na época não chuvosa. A dose 241 kg ha⁻¹ de N afetou positivamente a acidez titulável na época não chuvosa e as doses 308 e 600 kg ha⁻¹ na relação SS/AT referente a época chuvosa e não chuvosa, respectivamente. A interação do N e K teve pequena influência nos SS, ATO e ARE, sendo a associação de 30 kg ha⁻¹ de N e K₂O mostrando os melhores valores, exceto para os ATO, que na época chuvosa apresentou o melhor resultado na combinação 630 e 30 kg ha⁻¹ de N e K₂O respectivamente. A época chuvosa apresentou os melhores resultados para pH, SS e SS/AT, sendo que para a AT, ARE e ATO a época não chuvosa sobressaiu. Assim, é possível constatar que a adubação nitrogenada e potássica tem influência sobre a qualidade dos frutos de pitáia.

Palavras-chave: Cactácea, *Hylocereus*, Interação, Pós-colheita, Qualidade.

ABSTRACT

In Brazil and worldwide, the exotic fruit market is highlighted, among which are the dragon fruit (*Hylocereus* sp.). This fruit has great potential for use in Brazilian cuisine as well as fresh consumption. However, there is poor technical information about its cultivation, particularly on the effects of fertilization on quality dragon fruit post-harvest grown in northeastern Brazil. Thus, this study aimed to evaluate the effects of nitrogen and potassium fertilization on red dragon fruit quality. The experiment was conducted at Maria Preta Farm, located in Quixeré, Ceará state, Chapada do Apodi region. The predominant soil in the region is the Haplic Cambisol derived from limestone rocks. The experimental design was in randomized blocks with split plots, with five nitrogen levels (30, 180, 330, 480 and 630 kg ha⁻¹ K₂O), five potassium levels (30, 180, 330, 480 and 630 kg ha⁻¹ of K₂O) and two collection seasons, rainy (Feb./2018) and dry (Oct./2018) as subplots and four replications. The source of N used was urea (45% N) and potassium chloride (60% K₂O) as K source. There was a basic fertilization in all plots for macro and micronutrients supply. The pH, soluble solids (SS), titratable acidity (TA), SS/TA ratio, total sugars (TS) and reducers (RS) were evaluated. K affected the pH of the fruit during the dry season. The 241 kg ha⁻¹ N rate positively affected the titratable acidity in the dry season. Doses of 308 to 600 kg ha⁻¹ promoted maximum ratio SS/TA in the rainy and dry season, respectively. The interaction of N and K had little influence on SS, TS and RS, the association of 30 kg ha⁻¹ of both nutrients promoted higher values, except for TS, which in the rainy season presented higher value with the combination of 630 and 30 kg. ha⁻¹ of N and K₂O, respectively. In the rainy season, higher values of pH, SS and SS/TA were obtained. While higher averages of TA, RS and TS occurred in the dry season. Thus, it is understood that nitrogen and potassium fertilization affects the dragon fruit quality.

Keywords: Cactaceae, *Hylocereus*, Interaction, Post-harvest, Quality.

9 INTRODUÇÃO

A pitáia (*Hylocereus* sp.) é uma planta rústica, epífita, perene, suculenta, que apresenta caule do tipo cladódio, de onde partem numerosas raízes adventícias que permitem o crescimento da planta em árvores e pedras em ambientes de florestas tropicais da América (ALMEIDA *et al.*, 2014). Também é conhecida como pitahaya, fruta do dragão, fruta do rei, night blooming, pitajaja, tajoso, entre outras (BASTANTE *et al.*, 2016). Pode ser encontrada em diversos países, sendo a Colômbia e o México os principais centros de distribuição (ORTIZ-HERNÁNDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012; MIZRAHI, 2014; OBENLAND *et al.*, 2016).

No Brasil, essa cultura vem ganhando destaque no mercado devido ser bastante nutritiva e com ampla finalidade de uso. Com a polpa, constituindo 70 a 80% do fruto, pode ser consumida *in natura* ou processada para a produção de geleias, compotas, polpas, doces, sorvetes e até na indústria cosmética e farmacêutica.

No estado do Ceará, nos municípios de Limoeiro do Norte e Quixeré na região da Chapada do Apodi, a área de produção encontra-se em crescente expansão, chegando a aproximadamente 65 ha da cultura. Produz em média 14 a 20 ton ha⁻¹ ano, com massa média de frutos de 350 g, sendo os frutos comercializados em diferentes classes: tipo I (acima de 250 g), tipo II (100 a 250 g) e tipo III (abaixo de 100 g) sendo este último utilizado para a fabricação de polpas e derivados.

Nos últimos anos, devido ao aumento no consumo desta fruta, faz-se necessário conhecer todas as características relacionadas ao fruto, sendo a composição química uma das principais variáveis a ser observada na qualidade pós colheita. As características mais utilizadas na avaliação da qualidade são: teor de sólidos solúveis (SS), potencial hidrogeniônico (pH), acidez titulável (AT), relação SS/AT, açúcares redutores, açúcares totais, polifenóis e vitamina C (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Vários fatores afetar a qualidade dos frutos, sendo os principais o pH do solo, a irrigação, o espaçamento, a poda, a fitossanidade, os fatores climáticos, a fertirrigação e a adubação (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Estudos recentes indicam que a qualidade pós colheita e a atividade antioxidante de frutos podem ser influenciadas pela fertilidade do solo e nutrição da pitáia (FERNANDES *et al.*, 2018; DAMASCENO *et al.*, 2014). Porém, ainda é insuficiente a quantidade de pesquisas relacionadas a adubação na pitáia, quando comparada a outras culturas.

Para recomendações corretas de nutrientes, deve-se ter o conhecimento necessário sobre o real estado nutricional da cultura, levando em consideração a fisiológica e a taxa de

crescimento da planta (FERNANDES *et al.*, 2018). Dentre os elementos considerados essenciais para o desenvolvimento das plantas, o nitrogênio e o potássio são os mais exportados pela cultura (MOREIRA *et al.*, 2016; LIMA, 2018), ocorrendo interações entre si. O nitrogênio é o nutriente mais limitante ao crescimento das culturas, seguido pelo potássio, ambos participando ativamente do processo metabólico das plantas (MALAVOLTA; MORAES, 2007; MALAVOLTA, 2006). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), a relação nitrogênio/potássio é de suma importância para a qualidade dos frutos.

Fernandes *et al.* (2018), trabalhando com duas espécies de pitaia (*H. undatus* e *H. polyrizus*), observaram que utilizando a dose de 127 kg ha⁻¹ de K₂O no primeiro ano e 222 kg ha⁻¹ de K₂O no segundo e terceiro ano de cultivo, obtiveram uma melhoria na qualidade dos frutos dessas espécies. Moreira *et al.* (2011) e Duarte (2013) verificaram que fontes orgânicas ricas em N interferiram positivamente nas variáveis de qualidade desses frutos.

Devido à escassez de pesquisas relacionadas a influência da adubação na cultura de pitaia, faz-se necessário o estudo mais aprofundado sobre adubação nitrogenada e potássica na qualidade dos frutos de pitaia.

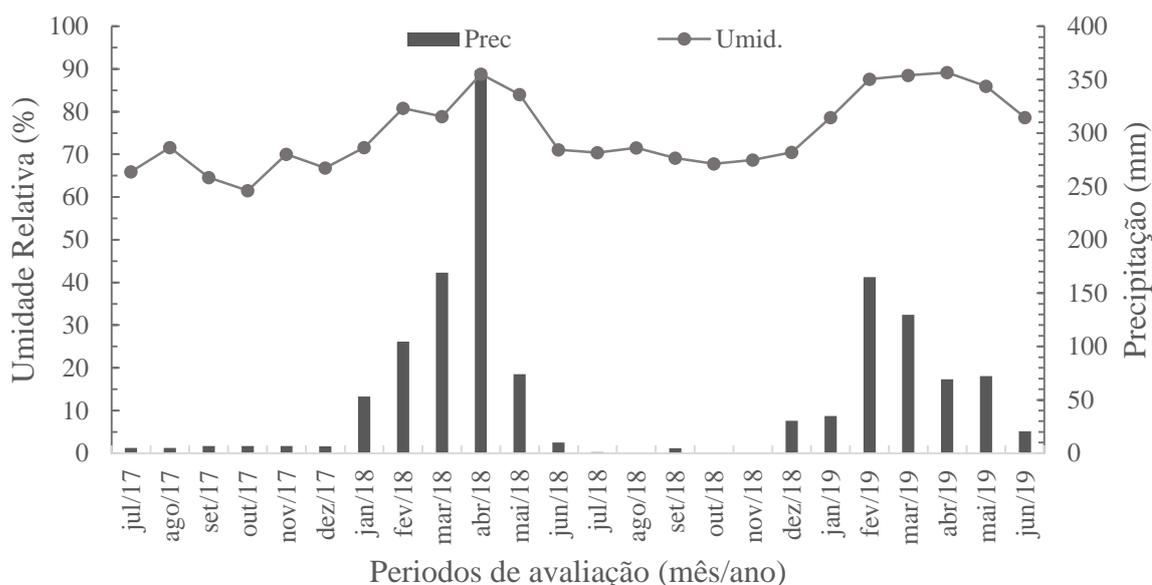
Diante disso, objetivou-se avaliar o efeito das doses de N e K na qualidade de frutos de pitaia vermelha, cultivadas em área irrigada, na Chapada do Apodi, no município de Quixeré-CE.

10 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em pomar irrigado, implantado em agosto de 2016, na Fazenda Maria Preta (Empresa Frutacor), localizada no município de Quixeré-CE, o experimento foi desenvolvendo no período de julho de 2017 a junho de 2019. O clima do município, de acordo com Köppen e Geiger, é classificado como Aw. A temperatura média é de 27,7 °C e 796 mm é a pluviosidade média anual; outubro é o mês mais seco, com 1 mm de chuva e o mês de maior precipitação é março, com média de 211 mm. A latitude é 5° 04' 27" S e a longitude 37° 59' 19" W, com altitude de 90 m acima do nível do mar. O solo predominante na Chapada do Apodi é o Cambissolo Háplico derivado de rochas carbonáticas, formação Jandaíra (GATTO, 1999; EMBRAPA, 1999), classificado como Cambissolos Háplicos eutróficos (BRANDÃO; FREITAS, 2014; JACOMINE; ALMEIDA; MEDEIROS, 1973).

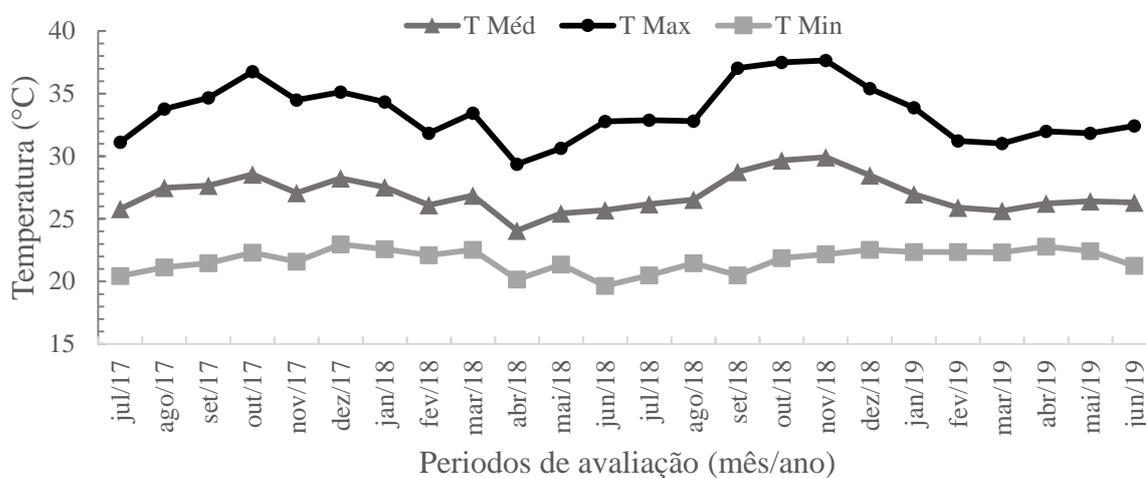
Os dados meteorológicos do período experimental foram coletados na estação pertencente ao Instituto Federal do Ceará (IFCE), Campus Limoeiro do Norte localizado há, aproximadamente, 35 km de distância do experimento. Os dados referentes aos valores mínimos, máximos e médios de temperatura, umidade relativa e precipitação total, estão dispostos na Figura 21 e 22.

Figura 21 - Umidade relativa (Umid) e precipitação mensal (Prec) durante o período experimental (julho de 2017 a junho de 2019). UFC, Quixeré-CE, 2019.



Fonte: IFCE – Limoeiro do Norte.
Nota: Dados trabalhados pelo autor

Figura 22 - Temperaturas média (T Méd), máxima (T Máx) e mínima (T Mín) durante o período experimental (julho de 2017 a junho de 2019). UFC, Quixeré-CE, 2019.



Fonte: IFCE – Limoeiro do Norte.
Nota: Dados trabalhados pelo autor

10.1 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento experimental utilizado foi em blocos aleatorizados, com parcelas subdivididas, sendo os fatores da parcela cinco doses de nitrogênio (30, 180, 330, 480 e 630 kg ha⁻¹ de N) e cinco doses de potássio (30, 180, 330, 480 e 630 kg ha⁻¹ de K₂O); e as épocas de coleta (chuvosa e não chuvosa) como subparcelas, com quatro repetições, gerando um esquema fatorial 5 x 5 x 2. Foi utilizado ainda um fator extra, para todas características avaliadas, identificado como mancha de solo, em dois níveis (com e sem mancha) constituída em sua maioria de sedimentos de rochas carbonáticas. Este fator foi modelado como efeito principal e funcionou como um controle local. Foram utilizadas como fonte de N a ureia (45% de N) e o cloreto de potássio vermelho (60% de K₂O) como fonte de K.

Devido à ausência de recomendação de adubação para a pitiaia vermelha, os tratamentos e a adubação básica foram estimados com referência em doses utilizadas por produtores da Chapada do Apodi, bem como de outras regiões do Brasil e, com base nos resultados preliminares obtidos pelo grupo de pesquisa em fruticultura da Universidade Federal do Ceará nos experimentos de campo (MARQUES *et al.*, 2012; ARAÚJO *et al.*, 2012) e casa de vegetação (ALMEIDA *et al.*, 2013, 2014 e 2016; CORRÊA *et al.*, 2014).

A aplicação dos fertilizantes foi manual, em um raio de aproximadamente 40 cm de largura (distante cerca de 10 cm do colo da planta) em torno da cova, para as duas plantas. Além

da adubação nitrogenada e potássica referente aos tratamentos testados, mensalmente foi realizada a adubação básica em todas as parcelas para o fornecimento de fósforo e enxofre (via superfosfato simples, na dose de 135 kg ha^{-1} de P_2O_5 por ano) e de micronutrientes (via FTE BR-12, na dose de 10 kg ha^{-1} de Zn por ano), ambas em 12 aplicações distribuídas mensalmente.

10.2 Instalação e condução do experimento

Em campo, o experimento foi instalado em 25 de agosto de 2016, utilizando seis linhas de plantio em uma área de cultivo comercial, descrita no item 2. O espaçamento adotado foi de 3 m entre linhas e 2 m entre covas (com duas plantas por cova). As parcelas experimentais foram distribuídas em seis linhas internas (úteis), e havia duas linhas laterais e, pelo menos, três covas consecutivas, nas extremidades das linhas úteis, como bordadura (bordaduras externas). Assim, a área total do experimento foi de 2400 m^2 , sendo 1200 m^2 útil, já que cada parcela tinha 24 m^2 (4 covas) no total e apenas 12 m^2 (2 covas) de área útil. As bordaduras externas receberam adubações praticadas pelo produtor na Fazenda, via fertirrigação.

As mudas utilizadas na implantação do pomar foram obtidas através do plantio de estacas (cladódios) com aproximadamente 20 cm, diretamente no solo em área utilizada como berçário de mudas.

A condução das plantas foi realizada após o estabelecimento das mudas no campo, tutorando-as em mourões de madeira de 1,80 de altura, amarrando os cladódios com barbante e direcionando o crescimento em haste única até a parte superior do mourão. Sempre que necessário, foram realizadas podas dos ramos ladrões (eliminação de brotações laterais), com o intuito de evitar atraso no crescimento da haste única. Ao atingir a extremidade superior do mourão, a haste única, doravante chamada de haste principal, recebeu uma poda para a remoção da parte apical, deixando-a com cerca de 10 cm acima de um arame de aço galvanizado fio 12, liso (2,77 mm de espessura), esticado entre os mourões a uma altura aproximada de 1,70 m do solo, cobertos com magueiras reaproveitadas e afixado nos mesmos com grampos de aço. Essa poda teve como fim estimular brotações laterais na parte superior da haste principal, para formação da copa da planta.

Durante toda a condução do experimento foram realizadas podas de formação e limpeza. Capinas também foram realizadas com a finalidade de manter as plantas daninhas controladas e evitar competição por nutrientes e água, sendo feitas com o auxílio de enxadas para limpeza das linhas de plantio e nas entrelinhas com roçadeiras mecânica e manual.

O sistema de irrigação utilizado foi por gotejo, com duas mangueiras de gotejo por linha de plantio e 50 cm entre gotejadores autocompêncantes. Foram realizadas duas irrigações diárias de aproximadamente 1 hora e meia cada. A vazão dos gotejadores era de aproximadamente 2,3 L por hora, aplicando lâmina diária em torno de 6,9 litros por cova. A água utilizada foi obtida de poços profundos, sendo sua classificação C3S3, pH 7,4 e 0,91 mS cm⁻¹ de condutividade elétrica. Sempre, imediatamente após a aplicação dos adubos, realizava-se a irrigação na área, a fim de promover a incorporação e evitar perdas de N por volatilização (CANTARELLA, 2007).

Em relação as pragas e doenças, foram encontradas algumas causando danos a cultura. A abelha arapuá (*Trigona spinipes*) é considerada a praga principal da cultura da pitiaia na região, causando raspagem das flores e brácteas dos frutos. Foram observados, também, ataques da broca da bananeira (*Cosmopolites sordidus*), abrindo galerias nos frutos, provocando podridão no local atacado. Outras pragas também encontradas foram o percevejo gaúcho (*Leptoglossus zonatus*), atacando os botões florais, o pulgão (*Aphis gossypii*), causando o secamento das extremidades das brácteas, a cochonilha (*Planococcus citri*), a formiga louca (*Paratrechina* spp.) e a cortadeira (*Atta* sp.), danificando as brácteas dos frutos, além da mariposa do cacto (*Cactoblastis cactorum*).

Quanto a doenças, a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) e a bacteriose (*Xanthomonas campestris*) foram observadas em alguns cladódios, causando a podridão mole.

Foram utilizados produtos naturais e comerciais orgânicos para o controle das pragas e doenças, sendo eles: extrato de alecrim, pimenta e citronela; emascerao de pimenta (álcool combustível + polpa da pimenta) e Limonemo (casca de limão e laranja), ambos utilizados para o controle do percevejo e formiga. Para o controle também das formigas e abelhas arapuás utilizou-se os produtos comerciais orgânicos Basuk® e Xilotrom Gold®, produzidos pela EcoSolução Agrociências e Soluções Ambientais Ltda. e Arvensis Agro S.A. respectivamente. Com a utilização dos produtos citados ocorreu o controle da broca da bananeira.

Durante o período produtivo foi realizado o ensacamento dos frutos com toucas descartáveis de TNT, para evitar o ataque de percevejos, abelhas e pássaros.

Previamente a instalação da pesquisa, foram coletadas amostras para a avaliação da fertilidade do solo, na linha (projeção da copa) e na entrelinha do pomar, nas camadas de 0-20 cm e de 20-40 cm, cujos resultados estão expressos na Tabela 9.

Tabela 9 - Características químicas iniciais do solo na área do experimento (agosto de 2016). UFC, Quixeré-CE, 2019.

Amostra	P	MO	pH (H ₂ O)	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	H+Al	Al ³⁺	SB	CTC	V
	mg/dm ³	g/kg		----- mmol/dm ³ -----								%
Linha (0 - 20)	6,7	21,3	7,7	13,7	143	47	8	0,0	0,0	212	212	100
Linha (20-40)	3,2	16,1	7,6	14,9	141	32	4	0,0	0,0	191	191	100
Entrelinha (0-20)	2,1	13,4	7,9	10,4	143	43	6	0,0	0,0	202	202	100
Entrelinha (20-40)	1,9	20,5	7,8	34,6	138	37	2	0,0	0,0	212	212	100

Extratores: P, Na e K - Mehlich-1; Ca, Mg e Al - KCl 1 mol/L; H+Al - Acetado de cálcio 0,5 mol/L a pH 7,0; pH - Água na relação 1:2,5.

Ca = cálcio; Mg = magnésio, H = hidrogênio; Al = alumínio, K = potássio; CTC = capacidade de troca de cátions do solo; P = fósforo; pH = potencial hidrogeniônico; V = saturação de bases; SB = soma de bases

10.3 Coleta dos frutos

Foram realizadas coletas em duas épocas distintas: a primeira foi realizada em fevereiro/18 (época chuvosa) e a segunda outubro/18 (época não chuvosa).

Para as análises físico-químicas, foram coletados 2 frutos de cada parcela experimental, totalizando 200 frutos. Os frutos foram colhidos manualmente no período da manhã, com o auxílio de uma tesoura de poda previamente higienizada, visando à obtenção de frutos uniformes quanto a cor, tamanho e estágio de maturação em relação as exigências de mercado para comercialização. Em seguida, foram colocados em sacos plásticos, identificados de acordo com o tratamento e acondicionados em freezer a -20 °C para congelamento, a fim de amenizar os possíveis processos fisiológicos que pudessem ocorrer após a colheita. Os frutos foram transportados para o Laboratório de Pós-colheita (LPC) da Embrapa Agroindústria Tropical em Fortaleza – CE, para posteriores análises.

Ao chegar ao LPC, os frutos foram colocados para descongelar. Após o descongelamento realizou-se um corte transversal no fruto, de forma manual com auxílio de faca de aço inoxidável, para possibilitar a realização do processamento da polpa utilizando uma centrífuga doméstica, na qual se obteve o extrato da polpa, sendo armazenada em potes de plástico devidamente identificados e acondicionados em freezer à temperatura de - 23 °C para posteriores análises.

10.4 Características avaliadas

10.4.1 Análises físico-químicas do fruto

As análises físico-químicas são de grande importância para a caracterização dos frutos servindo para identificar a composição dos alimentos, sendo uma informação importante para o consumidor.

a) Potencial Hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico (pH) foi determinado utilizando um pHmetro digital (Meter JEMWA 3510pH) previamente calibrado com solução tampão de pH 4,0 e 7,0 (IAL, 2008);

b) Sólidos solúveis (SS)

Os teores de sólidos solúveis (SS), expressos em °Brix, foram determinados por refratometria, utilizando-se um refratômetro digital, marca Atago, modelo PAL-1 AOAC (HORWITZ, 2005).

c) Acidez Titulável (AT)

Determinada por titulação de 0,5 g da amostra processada juntamente com 49 mL de água destilada, com NaOH 0,1 N previamente padronizado e fenolftaleína 1% como indicador. Os resultados foram expressos em % de ácido málico (IAL, 2008);

d) Relação sólidos solúveis / acidez titulável (SS/AT)

A relação SS/AT foi calculada pela razão entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável.

e) Açúcares totais e redutores

O teor de açúcares solúveis totais (AT) foi determinado inicialmente com uma diluição dos extratos 1:2 (1 ml do extrato + 2 ml de água destilada); em seguida foram extraídos utilizando alíquotas de 0,1 ml de extrato diluído, aos quais foram adicionados 0,9 mL de água destilada e 2 ml do reagente antrona (20 mg de antrona, 0,5 ml de água destilada e 10 ml de

ácido sulfúrico concentrado). Após agitação, os tubos foram aquecidos a 100 °C por 8 minutos em banho maria. As amostras foram submetidas à análise em espectrofotômetro a 620 nm e a quantificação dos açúcares baseou-se na curva padrão de glicose (YEMM; WILLIS, 1954). Os resultados foram expressos em % da amostra.

Para os açúcares redutores utilizou-se a metodologia descrita por Miller (1959). Foram retiradas alíquotas de 0,75 ml do extrato, adicionados 0,75 ml de água e 1 ml do reagente DNS (ácido 3,5-dinitrosalicílico). Com o auxílio de agitador homogeneizou-se a mistura, a qual permaneceu em banho-maria a 100°C por 5 minutos, resfriando-se posteriormente à temperatura ambiente; em seguida, adicionou-se 7,5 ml de água destilada. As amostras foram submetidas à análise em espectrofotômetro a 540 nm e a quantificação dos açúcares baseou-se na curva padrão. Os resultados foram expressos em % de amostra.

10.5 Análise estatística

Após a obtenção dos dados foram verificadas as pressuposições da análise de variância como pontos discrepantes, heterogeneidade da variância, não normalidade dos resíduos e tamanho das amostras. Ocorrendo necessidade de transformação, foi utilizado o método de potência ótima de Box-Cox (BOX e COX, 1964). A análise de variância (ANOVA), pelo teste F com nível de significância 0,05, tem objetivo de testar o efeito dos níveis de tratamento e das interações, quando significativo, foi realizado teste de comparação de médias pelo teste de Tukey para o fator qualitativo ($p < 0,05$) e a regressão testa a tendência na variável resposta em função dos níveis quantitativos de tratamentos (modelo linear: $Y = a + bx$; modelo quadrático: $Y = a + bx + cx^2$), sendo análises independentes (MONTGOMERY, 2013). Ocorrendo interação significativa entre os nutrientes realizou-se o desdobramento da análise de variância de um fator dentro do outro, ou seja, o estudo do efeito simples, com consequente comparação de médias de um fator dentro de cada nível do outro, pelo teste de Tukey (0,05).

Quando ocorreu interação entre os nutrientes, os resultados foram apresentados também por meio de gráficos de superfície de resposta tridimensionais, com a interpolação dos dados para observar a distribuição da variabilidade espacial conjunta das variáveis estudadas, cujo eixo x representou a dose de N, o eixo y representou a dose de K e o eixo z representou a superfície de resposta da variável em análise, procedendo-se o ajuste em superfície de resposta do modelo tipo $Y = A_0 + A_1(N) + A_2(N)^2 + A_3(K) + A_4(K)^2 + A_5(N).(K)$, em que Y foi a variável de resposta; dose de N (kg ha^{-1}); dose de K (kg ha^{-1}); A_0 , A_1 , A_2 , A_3 , A_4 e A_5 , os parâmetros do modelo.

Foi utilizado para a tabulação dos dados e geração dos arquivos para análises o programa Excel. As análises de estatística descritiva e análises de variância, Tukey e regressão foram realizadas com o auxílio do programa estatístico SAS[®] (SAS INSTITUTE INC, 2012); a confecção dos gráficos foi feita com os programas SigmaPlot 12.5[®] (SYSTAT SOFTWARE, 2011) e as superfícies de resposta com o Statistica 10.0[®] (STATSOFT, 2011).

11 RESULTADOS E DISCUSSÃO

11.1 Análises químicas do fruto

Na Tabela 10, pode-se verificar o resumo da análise de variância. Ocorreu efeito da interação para algumas variáveis. Para interação tripla, optou-se pelo desdobramento das doses de N e K em cada época de colheita, para um melhor entendimento.

Tabela 10 - Efeito da aplicação de doses de N e K no pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação (SS/AT), açúcares redutores (ARE) e açúcares totais (ATO) em frutos de pitaiá na época chuvosa e não chuvosa. UFC, Quixeré, 2019.

F.V.	G.L.	pH	SS	AT	SS/AT	ATO	ARE
-----Q.M.-----							
Dose N	4	0,0110 ^{ns}	0,9058 ^{ns}	4,7931E ^{-4*}	0,0150 ^{ns}	6,1061**	1,5373**
Dose K	4	0,0255 ^{ns}	0,8938 ^{ns}	4,0526E ^{-4*}	0,0207 ^{ns}	0,8449 ^{ns}	0,0434 ^{ns}
Época (E)	1	1,7409**	5,1809 ^{ns}	172,98E ^{-4**}	1,3005**	30,913*	111,48**
N x K	16	0,0295 ^{ns}	1,6888**	3,0523E ^{-4*}	0,0159 ^{ns}	1,0399*	0,3739 ^{ns}
N x E	4	0,0552*	0,7372 ^{ns}	17,935E ^{-4**}	0,1095**	3,4343**	0,8312**
K x E	4	0,0635*	3,0488**	5,1043E ^{-4*}	0,0617**	1,4135 ^{ns}	0,2869 ^{ns}
N x K x E	16	0,0234 ^{ns}	1,6370**	1,3152E ^{-4 ns}	0,0118 ^{ns}	3,3824**	0,5831**
Bloco	15	0,0254 ^{ns}	0,7310 ^{ns}	1,5245E ^{-4 ns}	0,0040 ^{ns}	0,7547 ^{ns}	0,0344 ^{ns}
Mancha	1	0,0011 ^{ns}	2,4823*	3,0663E ^{-4 ns}	0,0866**	1,9759 ^{ns}	0,9680*
Erro	143	0,0222	0,5505	1,5568E ⁻⁴	0,0119	0,5883	0,2319
CV (%)		3,9	5,9	1,3	4,4	10,0	15,7
Média		3,77	12,56 ° Brix	0,64 %	19,94	7,60 mg 100g ⁻¹	3,05 mg 100g ⁻¹

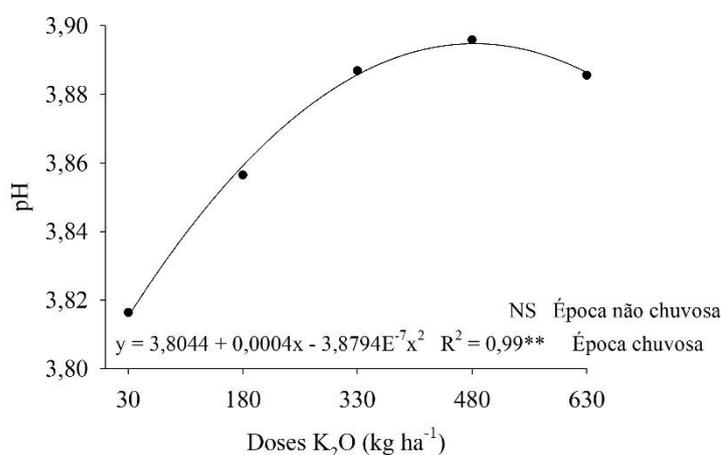
FV – Fonte da variação; GL – Grau de liberdade; C.V. – Coeficiente de variação; Q.M. – Quadrados médios; E – Notação científica (10^x); ns - não significativo; * - Significativo a 5% de probabilidade; ** - Significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F.

Fonte: Elaborado pelo autor.

11.1.1 pH

Para o pH houve efeito das doses de K e ajuste de regressão apenas para a época chuvosa. Ocorreu pequena elevação com o incremento das doses de K, chegando a o valor máximo estimado de 3,90 na dose 515,5 kg ha⁻¹ (Figura 23). Ao comparar os resultados encontrados na cultura do abacaxizeiro por Gil, Auler e Detoni (2013), efeito contrário foi observado, verificando-se que a elevação das doses de K reduziram o pH dos frutos. O pH é uma característica importante na avaliação de frutos (SARMENTO, 2017), podendo variar entre 3 e 5,5 em frutos de pitaiá. Ambos os valores de pH observados no presente trabalho e no citado, estão na faixa média dessa característica.

Figura 23 - pH de frutos de pitaia em função de doses de K em período chuvoso e não chuvoso. UFC, Quixeré-CE, 2019.



Outras pesquisas também mostraram valores médios semelhantes para a cultura da pitaia. Costa *et al.* (2017) observaram pH de 4,64, quando aplicaram esterco de galinha contendo em sua composição 24,3 g kg⁻¹ de K; para o abacaxizeiro Ribeiro (2016), trabalhando com parcelamento de K (480 kg ha⁻¹), constatou pH médio em torno de 4,22. Segundo Duarte (2013), a pitaia é um fruto pouco ácido, quando comparado a outras espécies.

Foi possível observar que na época chuvosa os valores para essa característica foram superiores quando comparados à época não chuvosa (Tabela 11). Segundo Castro (2003) o pH é influenciado por alguns fatores, como a época de colheita.

Tabela 11 - Épocas de colheita nas propriedades químicas: pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT), açúcares totais (ATO) e açúcares redutores (ARE) em frutos de pitaia. UFC, Quixeré-CE, 2019.

Época	pH	SS (° Brix)	AT (%)	SS/AT	ATO (mg 100g ⁻¹)	ARE
Chuvosa	3,86a	12,73a	0,58b	22,09a	7,21b	2,30b
Não chuvosa	3,68b	12,40b	0,71a	17,80b	8,00a	3,80a

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para as doses de N não houve efeito no pH. A ausência de efeito para esse nutriente também foi observada por Tosta (2014) em frutos de maracujazeiro. Porém, Gil, Auler e Detoni (2013) observaram que a elevação das doses de N aumentou o pH dos frutos de abacaxizeiro.

Segundo Sarmiento (2017), o pH pode influenciar no tempo de deterioração e atividade das enzimas, além de participar do processo de amadurecimento junto com a acidez

(GONÇALVES; CARVALHO, 2000) e, ainda, pode ser utilizado na determinação do ponto de colheita, pois participa do processo de coloração dos frutos (HOLCROFT; KADER, 1999).

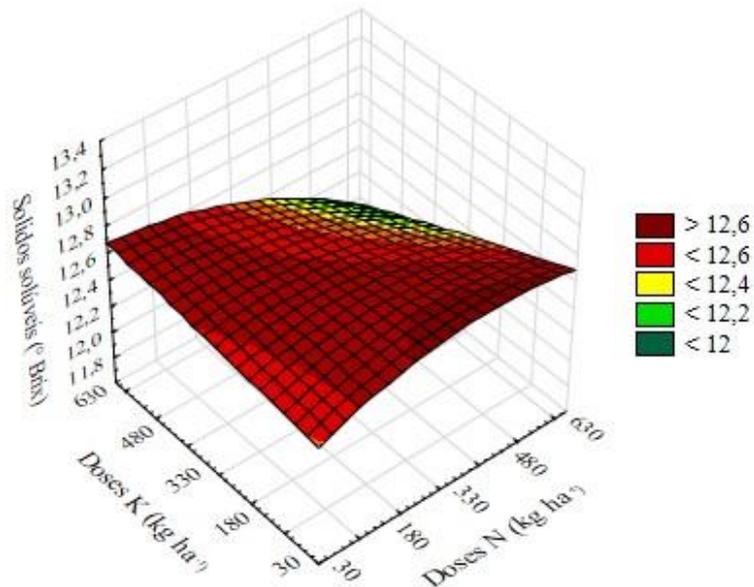
11.1.2 Sólidos solúveis

Em relação aos sólidos solúveis na época chuvosa, os valores variaram de 11,98 a 12,74 %. Na interação das doses aplicadas, observou-se efeito positivo, alcançado o melhor valor para essa característica (12,74 ° Brix), quando aplicada a dose estimada de 425,5 kg ha⁻¹ de N referente a menor dose de K utilizada, ao passo que a elevação das doses de K apresentou leve crescimento linear, porém, o aumento observado comparado as menores doses utilizadas, foi baixo (Figura 24).

Figura 24 - Sólidos solúveis (SS) de frutos de pitaia em função de doses de N e K no período chuvoso. Quixeré-CE, 2019.

$$z = 12,4844 + 0,0013*(N) + 0,0004*(K) - 1,5275E^{-6}*(N)^2 - 2,3153E^{-6}*(N)*(K) - 1,1931E^{-7}*(K)^2$$

$$R^2 = 0,39$$

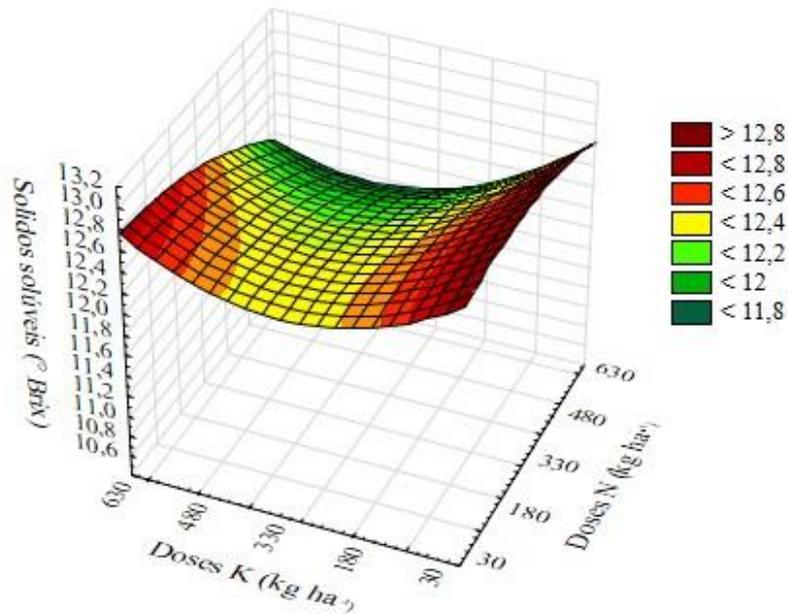


Para época não chuvosa observou-se que o incremento das doses de N e K não aumentaram o teor de SS, apresentando efeito quadrático negativo. Na interação, o maior valor observado para essa característica foi 12,80 ° Brix com as doses 30 e 30 kg ha⁻¹ de K e N, respectivamente (Figura 25). Teixeira *et al.* (2002), aplicando 550 kg ha⁻¹ de N e K na cultura do abacaxizeiro obtiveram, em média, 13,33 ° Brix de SS.

Figura 25 - Sólidos solúveis (SS) de frutos de pitaia em função de doses de N e K no período não chuvoso. Quixeré-CE, 2019.

$$z = 12,875 + 0,0007*(N) - 0,0032*(K) - 1,7545E^{-6}*(N)^2 - 1,4975E^{-6}*(N)*(K) + 4,8116E^{-6}*(K)^2$$

$$R^2 = 0,51$$



Silva *et al.* (2014) observaram efeito contrário na cultura do meloeiro, em que o incremento do N aumentou linearmente os SS até 9,36° Brix, e a adição de K também apresentou efeito positivo, porém, atingindo um ponto de máximo. Esse efeito do trabalho citado pode ser devido às baixas concentrações de K no solo, diferentemente da pesquisa atual.

De acordo com Chitarra e Chitarra (1990), o excesso de K contribui para a diminuição dos SS, efeito esse, observado na pesquisa atual, em que os menores valores de sólidos solúveis foram encontrados quando se relacionou as maiores doses de N e K para ambas as épocas (Figura 24 e 25).

Os mesmos autores ainda citam que o N contribui para o aumento dos SS, porém, no presente trabalho, houve pouca influência desse nutriente, possivelmente pelo fato de que o mesmo não deve estar afetando diretamente os SS, sendo seu benefício de forma indireta, devido ao efeito do N sobre outras características (PURQUEIRO; CECÍLIO FILHO, 2005).

Foi possível observar que no período chuvoso foram necessárias doses mais elevadas de N, quando comparada com a época não chuvosa, que nas doses mais baixas atingiram os melhores valores de ° Brix, ambos relacionados com a menor dose de K. Os valores médios foram muito próximos, 12,68 e 12,36 ° Brix de SS na época chuvosa e não chuvosa, respectivamente (Tabela 11). Os valores de SS encontrados no presente trabalho foram

semelhantes ao encontrados por Moreira *et al.* (2011) que, sob adubação orgânica, encontraram valor médio 11,64 ° Brix de SS em frutos de pitaia branca (*H. undatus*).

Esses resultados também foram divergentes em relação aos encontrados por Caetano *et al.* (2014) na cultura do abacaxizeiro, que observaram interação entre as doses de N e K, porém, o melhor valor 18,62 °Brix foi encontrado com 0 e 600 kg ha⁻¹ de N e K, respectivamente. Esse resultado divergente pode ser explicado devido aos valores de K no solo utilizado pelo autor citado ser de 2,54 mmol_c dm³, enquanto na atual pesquisa é de 9,38 mmol_c dm³, sendo considerada alta, não demonstrando efeito para essa característica.

Verificando a aplicação de doses de K na cultura da pitaia, Fernandes *et al.* (2018) constataram que a dose de 111 kg ha⁻¹ alcançou o teor de SS de 16,58 e 17,67 ° Brix em *H. andatus* e *H. polyrhizus* respectivamente. Os valores de sólidos solúveis encontrados por esses autores estão acima dos encontrados na literatura, estando os valores do presente trabalho na faixa observada em algumas pesquisas com pitaia vermelha 8,0 a 14,0 (° Brix) (PUNITHA; BOYCE; CHANDRAN, 2009), 12,10 a 13,80 (° Brix) (CORDEIRO *et al.*, 2015) e 13,18 (° Brix) (SARMENTO, 2017). Em geral para frutas, os valores médios de SS estão entre 8 e 14 (° Brix) (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Acima de 12% apresenta maior aceitabilidade dos consumidores (WANITCHANG *et al.*, 2010).

11.1.3 Acidez titulável

Ocorreu influência das doses de N e K em ambas as épocas. No período não chuvoso, com a elevação da quantidade de N aplicada, verificou-se efeito quadrático, alcançando acidez de 0,77 % na dose estimada de 241,6 kg ha⁻¹. No período chuvoso houve comportamento inverso, não ocorrendo incremento na AT (Figura 26A).

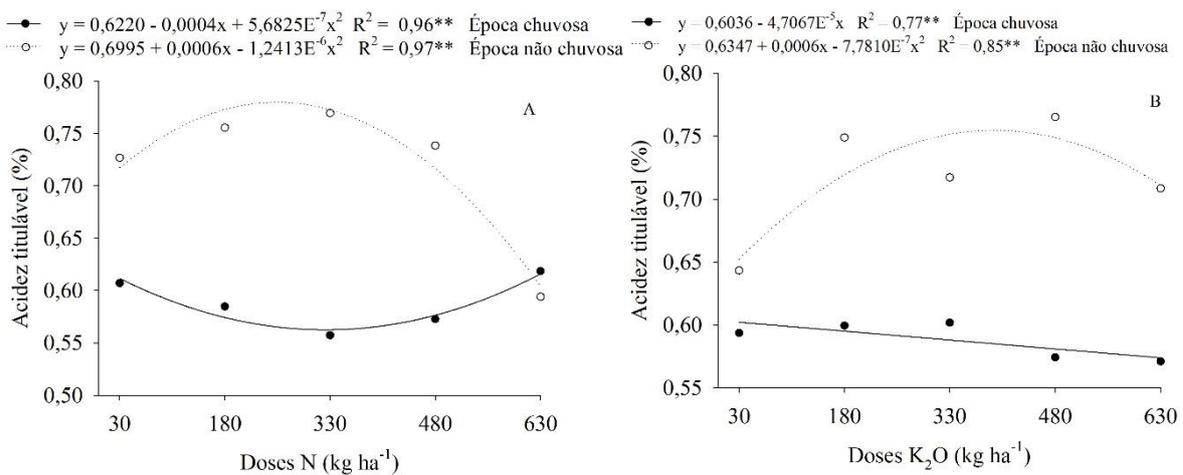
Para as doses de K, observou-se efeito quadrático na época não chuvosa e linear decrescente na chuvosa. O incremento de K no solo influenciou positivamente a AT até a dose estimada de 385,5 kg ha⁻¹, com valor de 0,75 %. Já no período chuvoso, com o aumento das doses de K, ocorreu a diminuição da acidez, atingindo um valor de 0,57 % para essa característica (Figura 26B). Trabalhando com a cultura do abacaxi, Caetano *et al.* (2014) verificaram que nas doses máximas de N e K ocorreu interação, obtendo o maior valor de acidez (0,45 %). A acidez titulável é uma das características mais influenciadas pela aplicação de K, aumentando seu teor com a elevação da quantidade absorvida pela planta (CHITARRA; CHITARRA, 1990). Na atual pesquisa observou-se que a cultura responde bem as adubações potássicas, exportando grandes quantidades (Figura 8).

Comparando os períodos de coletas dos frutos verificou-se que no período não chuvoso ocorreu valores superiores para essa característica (Tabela 10). Isso pode estar relacionado ao fato da planta ser uma cactácea, necessitando de um maior período de luminosidade e temperaturas mais elevadas para a maturação dos frutos. No período chuvoso, os frutos aumentam entre 3 a 5 dias para o tempo de colheita, pois nesse período as temperaturas diminuem (Figura 22). Silva (2011) relata que a elevação da temperatura pode antecipar a maturação do fruto. Weber *et al.* (2006) observaram valores de AT elevados para banana, na mesma região da atual pesquisa, também utilizando adubação com N e K, com valores médios entre 0,48 a 0,60 %.

Esses valores de acidez corroboram alguns observados na literatura na cultura da pitaiia vermelha (*H. polyrhizus*) 0,15-0,90 % (WANITCHANG *et al.*, 2010) e na pitaiia branca (*H. undatus*) 0,40 - 1,40 % (YAH *et al.*, 2008) e 0,10 - 0,92 % (ENCISO *et al.*, 2016). Entretanto, diverge de outros encontrados em pitaiia branca (*H. undatus*) 0,29 - 0,33 % (COSTA *et al.*, 2015) e na pitaiia vermelha (*H. polyrhizus*) 0,40 % (SARMENTO *et al.* 2017) e 0,26 a 0,35% (CORDEIRO, 2015).

Segundo Nerd, Gutman e Mizrahi (1999) valores abaixo de 1% expressam sabor e doçura agradáveis para pitaiia, melhorando sua palatabilidade, pois quando elevado, pode impossibilitar um balanço equilibrado com os sólidos solúveis.

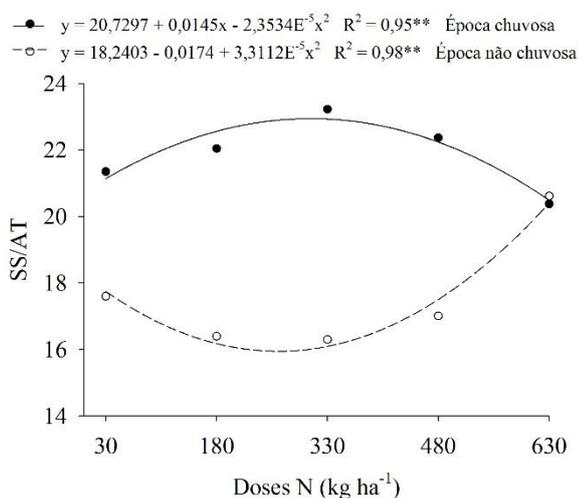
Figura 26 - Acidez titulável (AT) de frutos de pitaiia em função de doses de N (A) e K (B) em período chuvoso e não chuvoso. Quixeré-CE, 2019.



11.1.4 Relação SS/AT

Para os valores de SS/AT, houve ajuste quadrático com as doses de N nas duas épocas avaliadas. Ao longo da evolução das doses de N no período chuvoso, ocorreu aumento da relação SS/AT até a dose estimada 308,11 kg ha⁻¹, com o valor de 22,9, ocorrendo um decréscimo com o aumento das doses. Para o período não chuvoso observou-se efeito contrário, em que evoluindo as doses ocorreu queda para essa variável, seguida por aumento até um valor de SS/AT de 20,42, na maior dose utilizado na pesquisa (Figura 27).

Figura 27 - Relação sólidos solúveis/acidez titulável (SS/AT) de frutos de pitaita em função de doses de N em período chuvoso e não chuvoso. UFC, Quixeré-CE, 2019.



Os valores de SS/AT tiveram, em média, a amplitude de 4,29, variando de 16,30 a 23,23 de SS/AT, sendo na época chuvosa obtidos valores superiores ao período não chuvoso (Tabela 11).

No presente trabalho não foi observado efeito direto do potássio na SS/AT. Entretanto, efeito indireto desse nutriente pode ter ocorrido para essa característica. Uma possível redução nos SS e elevação da AT ocasionada pelo incremento das doses de K diminuíram os valores dessa relação. De acordo com Gil, Auler e Detoni (2013) também verificaram que a elevação do K diminuiu a SS/AT na cultura do abacaxizeiro.

Quando comparados os valores do atual trabalho com os encontrados em outras pesquisas, percebe-se que estão um pouco abaixo. Na cultura da pitaita observa-se valores médios para SS/AT de 63,7 sob doses de K (FERNANDES *et al.*, 2018); e 48,1 sob adubação orgânica (COSTA *et al.*, 2015). Entretanto, os valores observados na atual pesquisa estão no

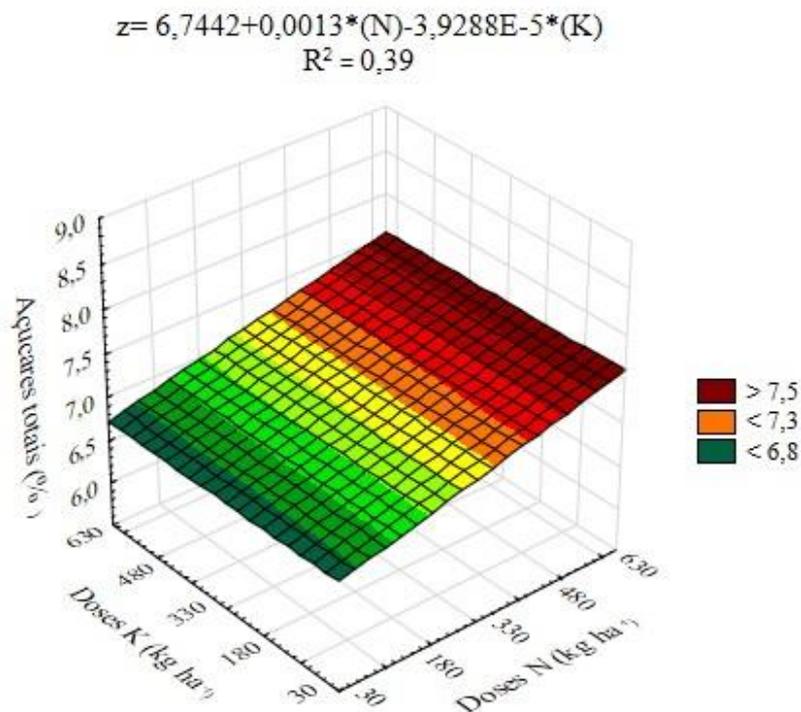
limite ideal estabelecido por Nerd, Gutman e Mizarri (1999) e To *et al.* (2002), que indicam a relação SS/AT ideal para pitaia abaixo de 40.

Essa relação SS/AT é um dos parâmetros mais importantes na avaliação da qualidade, por demonstrar o grau de doçura e acidez do fruto. Maior relação é obtida quando os frutos estão mais maduros, aumentando a doçura do fruto. Essa elevada relação é desejável para o consumo *in natura*, como também para a indústria (ALMEIDA *et al.*, 2009).

11.1.5 Açúcares totais

Os açúcares totais sofreram influência da interação dos nutrientes na época chuvosa. Ocorreu elevação do teor de açúcar à medida que se aumentou a dose de N, independente da dose de K aplicada, com valor máximo de 7,54 %, ocorrendo incremento de 12 % (Figura 28). O acréscimo das doses de K não influenciaram nessa característica.

Figura 28 - Açúcares totais (ATO) de frutos de pitaia em função de doses de N e K no período chuvoso. UFC, Quixeré-CE, 2019.



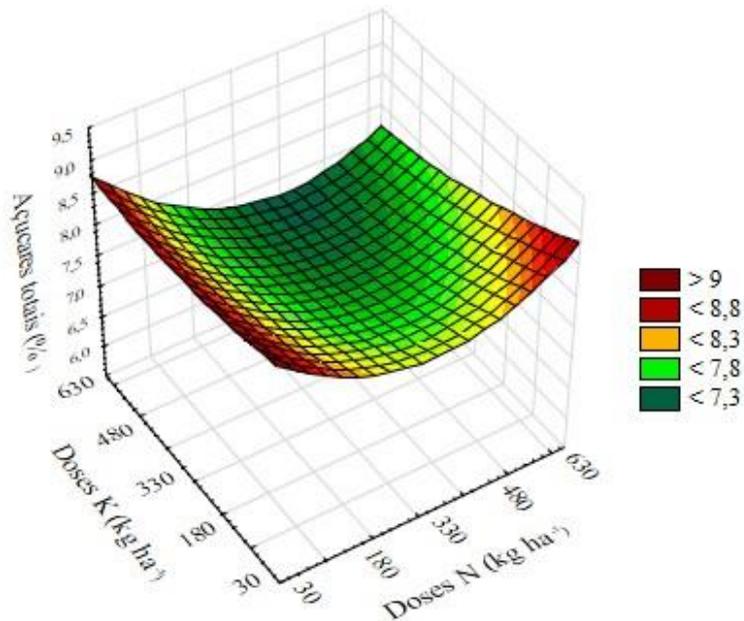
Na época não chuvosa, não ocorreu efeito das doses de N e K utilizadas. A implementação das doses de N associado ao K não influenciou positivamente os ATO, ocorrendo decréscimo até determinado ponto, seguido de aumento. Foi observado que o maior

valor (8,82 %) para essa característica foi obtido nas menores doses utilizadas, 30 kg ha⁻¹ N e 30 kg ha⁻¹ K₂O (Figura 29).

Figura 29 - Açúcares totais (ATO) de frutos de pitaia em função de doses de N e K no período não chuvoso. UFC, Quixeré-CE, 2019.

$$z = 9,0378 - 0,006*(N) - 0,0015*(K) + 8,9385E-6*(N)^2 - 2,249E-6*(N)*(K) + 1,7764E-6*(K)^2$$

$$R^2 = 0,56$$



A época de colheita teve influência nos ATO. O período não chuvoso apresentou frutos com maior teor médio de açúcares totais, em relação ao período chuvoso, com valores de 8,0 e 7,2, respectivamente, sendo superior aproximadamente em 11% (Tabela 11).

Em trabalho realizado com frutos de pitaia provenientes de cultivo em Limoeiro do Norte-CE, Sarmiento *et al.* (2017) observaram valor médio de 7,94 % de ATO na sua composição química. Duarte *et al.* (2017), trabalhando com cultivo orgânico, observaram a influência dos mesmos nos ATO, com média de 11,4 mg 100g⁻¹. Segundo Nerd, Tel-Zur e Mizrahi (2002), o conteúdo de açúcares na pitaia, aumenta durante o desenvolvimento do fruto, podendo atingir teores de 7 a 9%.

Em geral, pesquisas com pitaia mostram que os ATO variam entre 5,92 a 11,60 (FERNANDES *et al.*, 2017; CORDEIRO *et al.*, 2015; JERONIMO, 2016; ABREU *et al.*, 2012). Os valores da atual pesquisa condizem com a literatura.

Os açúcares totais, junto com os sólidos solúveis, são os principais componentes responsáveis pela doçura do fruto. Os ATO quando estão entre 60 e 70% dos sólidos solúveis, são considerados na faixa adequada para frutas (FARAONI; RAMOS; STRINGHETA, 2009).

Relacionando os ATO com os SS no atual estudo, observa-se valores de 57 % no período chuvoso e 65 %, no período não chuvoso, estando essa relação próxima ou dentro da faixa ideal relatada pelos autores citados.

11.1.6 Açúcares redutores

Para os açúcares redutores houve efeito negativo da interação doses de N e K no período chuvoso. Com o aumento das doses observou-se a diminuição dos valores de ARE. O maior teor 2,61 % foi obtido nas doses iniciais de N e K (Figura 30). No período não chuvoso o maior valor de 4,28 % para essa característica foi obtido quando utilizada a maior dose de K, associada a menor dose de N, porém, com valor próximo ao encontrado na associação das doses 30 kg ha⁻¹ de K₂O e 30 kg ha⁻¹ de N (Figura 31). Essa ausência de resposta pode ser devida as altas doses de N terem aumentado a área “foliar” da planta, diminuindo a relação fonte-dreno, ocorrendo maior número de frutos e de menor qualidade.

Figura 30 - Açúcares redutores (ARE) de frutos de pitaia em função de doses de N e K no período chuvoso. Quixeré-CE, 2019.

$$z = 2,6152 - 0,0005*(N) + 0,0003*(K) - 1,3721E-6*(N)^2 + 1,452E-6*(N)*(K) - 1,4154E-6*(K)^2$$

$$R^2 = 0,61$$

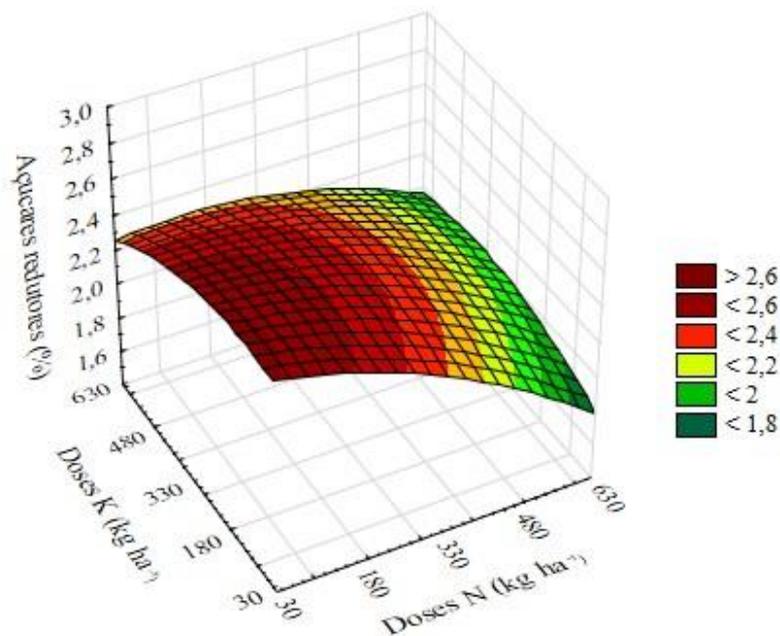
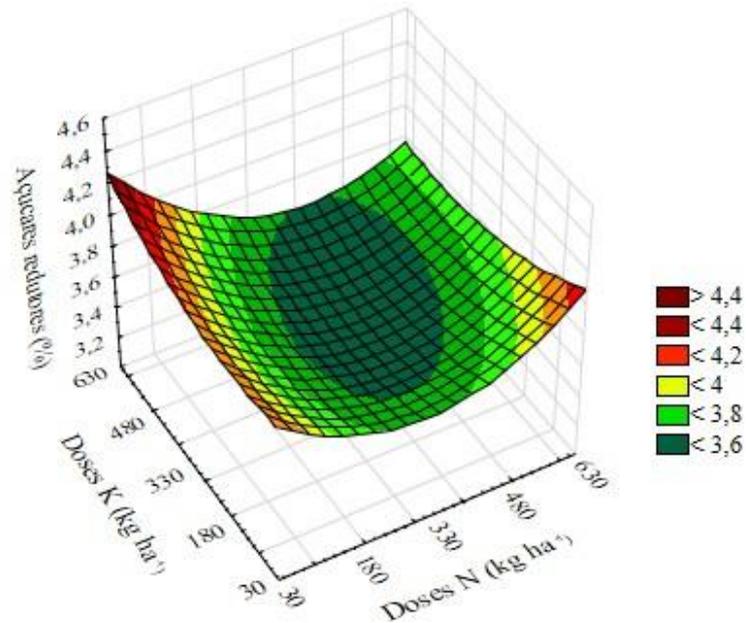


Figura 31 - Açúcares redutores (ARE) de frutos de pitaita em função de doses de N e K no período não chuvoso. Quixeré-CE, 2019.

$$z = 4,1093 - 0,0026*(N) - 0,0005*(K) + 4,1993E-6*(N)^2 - 1,548E-6*(N)*(K) + 1,4893E-6*(K)^2$$

$$R^2 = 0,49$$



Foi possível verificar que os frutos com maior quantidade de açúcares redutores foram encontrados no período não chuvoso, com média de 3,80 %, sendo que a média do período chuvoso foi 2,30 %, ocorrendo incremento de 65 % nessa característica. Esses valores representam 47 e 32 % em relação aos ATOs respectivamente (Tabela 11). Essa variável é uma das mais importantes dentro dos açúcares totais, pois, quanto maior sua porcentagem maior será a contribuição para a doçura do fruto, juntamente com a AT e a relação SS/AT. Sua constituição é basicamente glicose, frutose em menor quantidade e sacarose (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006).

Os valores de ARE encontrados no presente trabalho assemelham-se aos relatados por Cristofoli (2014), que caracterizou frutos de pitaita vermelha (*H. costaricensis*) comercializados em Fortaleza, e observou o valor de 2,41 %; Jeronimo (2016) também caracterizando frutos de pitaita branca (*H. undatus*), obteve o valor de 2,26 %.

12 CONCLUSÕES

As doses de N tiveram influência na acidez titulável na época não chuvosa e na relação SS/AT em ambas as épocas.

As doses de K afetaram a acidez titulável e o pH do fruto na época não chuvosa.

A interação N e K teve pequena influência nos sólidos solúveis, açúcares totais e redutores, sendo a associação de 30 kg ha⁻¹ de N e K mostrando os melhores valores, exceto para os ATOs, que na combinação 630 e 30 kg ha⁻¹ de N e K, respectivamente, na época chuvosa, apresentou o melhor resultado.

De maneira geral, a época chuvosa apresentou os melhores resultados para pH, SS e SS/AT, sendo que para a AT, ARE e ATO a época não chuvosa se sobressaiu.

A faixa de adubação para se obter uma melhor qualidade de frutos foi entre 240 a 630 kg ha⁻¹ de N e 30 a 385 kg ha⁻¹ de K₂O.

13 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pitiaia mostrou resposta positiva para a adubações nitrogenada e potássica, elevando suas características produtivas em ambos os ciclos avaliados quando aplicaram-se doses entre 221,1 e 382,9 kg ha⁻¹ de N e 174,6 a 362,9 kg ha⁻¹ de K₂O.

Com os resultados foi possível chegar a uma primeira aproximação para faixas de teores adequados de N e K em cladódios da pitiaia vermelha (*Hylocereus* sp.), entre 9,7 e 9,9 g kg⁻¹ para o nitrogênio e 26,3 e 29,3 g kg⁻¹ para o potássio.

As adubações com nitrogênio e potássio melhoraram as principais características relacionadas a qualidade pós-colheita dos frutos de pitiaia, principalmente na época não chuvosa.

Os dados obtidos nesse estudo poderão servir de referência para o manejo das adubações com N e K em áreas de produção comercial de pitaias, particularmente sob condições semelhantes de clima, solo e manejo da cultura; contribuindo para o uso racional de adubos e redução dos impactos no ambiente, bem como para o aumento da produtividade e qualidade dos frutos.

O presente trabalho também pode ser utilizado para direcionar novas pesquisas relacionados a fertilidade e nutrição da cultura da pitiaia.

REFERÊNCIAS

- ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS, G. C. G. Micronutrientes. *In*: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. U.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (org.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: UFV, 2007. 1017p.
- ABREU, W. C.; LOPES, C. O.; PINTO, K. M.; OLIVEIRA, L. A.; CARVALHO, G. B. M.; BARCELO, M. F. P. Características físico-químicas e atividade total de pitaias vermelha e branca. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 71, n. 4, p. 656-661, set. 2012.
- ALMEIDA, E. I. B. **Crescimento inicial de pitaiia (*Hylocereus undatus*) em função de combinações de doses de fósforo-zinco e nitrogênio-potássio**. 2013. 86f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.
- ALMEIDA, E. I. B.; CORRÊA, M. C. M.; CRISOSTOMO, L. A.; ARAÚJO, N. A.; SILVA, J. C. V. Nitrogênio e potássio no crescimento de mudas de pitaiia [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 4, p. 1018-1027, dez. 2014.
- ALMEIDA, E. I. B.; DE DEUS, J. A.; CORRÊA, M. C. M., CRISOSTOMO, L. A.; NEVES, J. C. Linha de fronteira e chance matemática na determinação do estado nutricional de pitaiia. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 47, n. 4, p. 744-754, out./dez. 2016.
- ALMEIDA, M. M.; SILVA, F. L. H. CONRADO, L. S.; FREIRE, R. M.; VALENÇA, A. R. Caracterização física e físico-química de frutos do Mandacará. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.11, n.1, p. 15-20, ago. 2009.
- ALVARADO, M. R. M.; CRUZ, M. A. G.; RINDERMANN, R. S. Pitahaya de México: Producción y comercialización en el contexto internacional. *In*: VALEZ, C. A. F. (org.). **Pitayas y Pitahayas**. México: CIESTAAM, Universidade Autónoma Chapingo, 2003. p. 97-121.
- ARAÚJO, N. A.; MARQUES, V. B.; CORREA, M. C. M.; MENDES, F. I. B.; BERNARDES, D. F. V. Produção de frutos de pitaiia (*Hylocereus undatus*) em resposta a adubação nitrogenada. *In*: XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura. 2012, Bento Gonçalves. **Anais [...]**. Bento Gonçalves: Parque de Eventos de Bento Gonçalves, 2012.
- ARIFFIN, A. A.; JAMILAH, B.; TAN, C. P.; RUSSLY, A. A.; ROSELINA, K; LOI, C. C. Essential fatty acids of pitaya (dragon fruit) seed oil. **Food Chemistry**, New York, v. 114, n. 2, p. 561-564, mai. 2009.
- AUGOSTINHO, L. M. D.; PRADO, R. D. M.; ROZANE, D. E.; FREITAS, N. Acúmulo de massa seca e marcha de absorção de nutrientes em mudas de goiabeira 'Pedro Sato'. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 3, p. 577-585, fev. 2008.
- AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W.; **A qualidade da água na agricultura**. 2 ed. Tradução de H. R. Gheyi, J. F. de Medeiros, F. A. V. Damasceno. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO: Irrigação e Drenagem, 29 Revisado 1).

BARBEAU, G. La pitahaya rouge, un nouveau fruit exotique. **Fruits**, Paris, v. 45, n. 2, p. 141-147, jan. 1990.

BARTHLOTT, W.; HUNT, D. R. Cactaceae. *In*: KUBITZKI, K.; ROHWER, J. G.; BITTRICH, V. (org.). **The Families and Genera of Vascular Plants**. Springer-Verlag, v. 2, 1993. 418p.

BASTANTE, M. J. C.; HURTADO, N.; DELGADO, A.; HEREDIA, F. J. Impact of pH and temperature on the colour and betalain content of Colombian yellow pitaya peel (*Selenicereus megalanthus*). **Journal of Food Science and Technology**, Amritsar, v. 53, n. 5, p. 2405-2413, jun. 2016.

BASTOS, D. C.; PIO, R.; SCARPARE FILHO, J. A.; LIBARDI, M. N.; ALMEIDA, L. F. P.; GALUCHI, T. P. D.; BAKKER, S. T. Propagação de pitaia vermelha por estaquia. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, p. 1106-1109. 2006.

BAUER, R. A synopsis of the tribe Hylocereeae F. Buxb. **Cactaceae Systematics Initiatives**, Sherborne, v. 17, p. 3-63, mar. 2003.

BEZERRA, M. A. F.; PEREIRA, W. E.; BEZERRA, F. T. C.; CAVALCANTE, L. F.; MEDEIROS, S. A. S. Água salina e nitrogênio na emergência e biomassa de mudas de maracujazeiro amarelo. **Revista Agropecuário Técnico**, Areia, v. 35, n. 1, p.150-160, mar. 2014.

BLANCO, F. F. **Tolerância do tomateiro á salinidade sob fertirrigação e calibração de medidores de íons específicos para determinação de nutrientes na solução do solo e na planta**. 2004. 140 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

BOX, G. E. P.; COX, D. R. An analysis of transformations. **Journal of Royal Statistical Society**, Series B, London, v. 26, p. 211-246, mai.1964.

BRANDÃO, R. L.; FREITAS, L. C. B. **Geodiversidade do estado do Ceará**. Fortaleza: CPRM, 2014, 214p.

BRASIL. Ministério da Educação. Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. Portaria nº 206, de 4 de setembro de 2018. **Diário Oficial da União**, Brasília, nº 172, 5 set. 2018. Seção 1, p. 22. Disponível em: http://www.impresanacional.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/39729251/do1-2018-09-05-portaria-n-206-de-4-de-setembro-de-2018-39729135. Acesso em: 15 jul. 2019.

BREDEMEIER, C.; MUNDSTOCK, C. M. Regulação da absorção e assimilação do nitrogênio nas plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n.2, p. 365-372, abr. 2000.

BRITTON, N. L.; ROSE, J. N. **The Cactaceae: descriptions and illustrations of plants of the cactus family**. New York: Dover, 1963. 589p.

CAETANO, L. C. S; VENTURA, J. V.; COSTA, A F. S.; GUARÇONI, R. G. Efeito da adubação com nitrogênio, fósforo e potássio no desenvolvimento, na produção e na qualidade

de frutos de abacaxi 'Vitória'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 3, p. 1018-1027, jan. 2014.

CAJAZEIRA, J. P. **Crescimento e ecofisiologia de pitaias cultivadas em vasos submetidos a diferentes doses de K e Ca**. 2016. 140 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

CAKMAK, I.; YAZICI, A. M. Magnésio: um elemento esquecido na produção agrícola. **Informativo técnico**, Piracicaba, n. 132, p. 14-16, dez. 2010.

CÁLIX DE DIOS, H. C. A new subspecies of *Hylocereus undatus* (Cactaceae) from southeastern Mexico. **Haseltonia**, Washington, v. 2005, n. 11, p. 11-18, nov. 2005.

CALVENTE, A. M. **Filogenia molecular, evolução e sistemática de *Rhipsalis* (Cactaceae)**. 2010. 195 f. Tese (Doutorado em Botânica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. *In*: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (org.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017p.

CANTO, A. R. **El cultivo de pitahaya em Yucatán**. Maxcanú: Yucatán, 1993. 53 p.

CARMELLO, Q. A. C. **Curso de nutrição/fertirrigação na irrigação localizada**. Piracicaba: Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, 1999, 59 p.

CARVALHO, A. J. C.; MONNERAT, P. H.; MARTINS, D. P.; BERNARDO, S.; SILVA, J. A. Teores foliares de nutrientes no maracujazeiro amarelo em função de adubação nitrogenada, irrigação e épocas de amostragem. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 59, n. 1, p. 113-120, jan./mar. 2002.

CASTRO, V. A. S. P. T. **Controle do amadurecimento pós-colheita do tomate 'Carmem' tratado com ácido 2-cloroetil fosfônico**. 2003. 76 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Faculdade de engenharia agrícola, Universidade Estadual de Campinas, 2003.

CHAKMA, S. P.; HARUNOR RASHID; A. S. M.; ROY, S.; ISLAM, M. Effect of NPK doses on the yield of dragon fruit (*Hylocereus costaricensis* [F. A. C. Weber] Britton & Rose) in Chittagong Hill Tracts. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, Deira, v. 14, n. 6, p. 521-526, jun. 2014.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2 ed. Lavras: UFLA, 2005. 783p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990. 293p.

COELHO, R. I.; CARVALHO, A. J. C.; THIEBAUT, J. T. L.; SOUZA, M. F. Teores foliares de nutrientes em mudas do abacaxizeiro 'Smooth Cayenne' em resposta à adubação. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 33, n. 2, p. 173-179, dez. 2010.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Programa Brasileiro de Modernização do Mercado Hortigranjeiro (PROHORT)**. 2019. Disponível em: <http://dw.ceasa.gov.br/>. Acesso em: 21 mai. 2019.

CORDEIRO, M. H. M.; SILVA, J. M.; MIZOBUTSI, G. P.; MIZOBUTSI, E. H.; MOTA, W. F. Caracterização física, química e nutricional da pitaiia-rosa de polpa vermelha. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, n. 1, p. 20-26, mar. 2015.

CORRÊA, M. C. M.; ALMEIDA, E. I. B.; MARQUES, V. B.; VALE, J. C.; AQUINO, B. F. Crescimento inicial de pitaiia em função de combinações de doses de fósforo-zinco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n.1, p. 23-38, mar. 2014.

COSTA, A. C.; RAMOS, J. D.; SILVA, F. O. R.; DE MENEZES, T. P.; MOREIRA, R. A.; DUARTE, M. H. Organic fertilizer and Lithothamnium on the cultivation of red pitaiia. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 36, n. 1, p. 77-88, jan./fev. 2015.

COSTA, A. C.; RAMOS, J. D.; DUARTE, M. H.; ABREU, C. M. P. Adubação orgânica na composição química de frutos de pitaiia. **Revista cultivando o saber**, Cascavel, v.10, n.4, p.400-407, out./dez. 2017.

CRANE, J. H.; BALERDI, C. F. **Pitaya growing in the Florida home landscape**. Orlando: IFAS Extension of University of Florida, 2005. 6p.

CRISTOFOLI, N.; LIMA, C.; MOTA, A.; PEIXOTO, N.; LIMA, J. S. S.; SILVA, F.; VASCONCELOS, L. B. T.; FIGUEIREDO, R. W. Pitaiia (*H. costaricensis*): um fruto com características atrativas para a indústria de processamento. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**, v. 1, n. 2, p. 2974-2979, fev. 2015.

DAMASCENO, A. S.; MOREIRA, R. A.; CRUZ, M. C. M.; FERNANDES, D. R.; SOUZA, J. R. S. Qualidade de pitaiias em resposta a adubação potássica no Alto Vale do Jequitinhonha, MG. *In*: XXIII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2014, Cuiabá, MT. **Anais [...]**. Cuiaba: Centro de Eventos do Pantanal, 2014.

DAMATTO JÚNIOR, E. R.; LEONEL, S.; PEDROSO, C. J. Adubação orgânica na produção e qualidade de frutos de maracujá-doce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.27, n.1, p.188-190, abr. 2005.

DIAZ, H. L.; MIRANDA, A. G. **Cultivo de la Pitahaya**. Managua: Guía Tecnológica 6, Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. INTA, 2014. 38p.

DONADIO, L. C. Pitaya. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 637-929, set. 2009.

DUARTE, M. H. **Armazenamento e qualidade de pitaiia [*Hylocereus undatus* (Haw.) Brintton & Rose] submetida a adubação orgânica**. 2013. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

DUARTE, M. H.; QUEIROZ, E. R.; ROCHA, D. A., COSTA, A. C.; ABREU, C. M. P. Qualidade de pitaiia (*Hylocereus undatus*) submetida à adubação orgânica e armazenada sob refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, mai. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro, 1999, 412p.

ENCISO, T. O.; TORRES, J. B. V.; BARAJAS, J. A. S.; RANGEL, D. M.; VERDUGO, S. H.; ROMERO, M. V.; RODRIGUEZ, J. M. O. Reproductive phenology, yield and fruit quality of pitahaya (*Hylocereus undatus* (How.) Britton and Rose) in culiacan valley, Sinaloa, Mexico. **Agrociência**, Texcoco, v. 50, n. 1, p. 61-78, fev. 2016.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 403p.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. U.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (org.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: UFV, 2007. p. 551-595.

FARAONI, A. S.; RAMOS, A. M.; STRINGHETA, P. C. Caracterização da manga orgânica cultivar Ubá. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 11, n. 11, p. 9-14, jun. 2009.

FERNANDES, D. R. **Adubação fosfatada e potássica no cultivo de pitaia**. 2016. 81 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.

FERNANDES, D. R.; MOREIRA, R. A.; CRUZ, M. C. M.; RABELO, J. M.; OLIVEIRA, J. D. Improvement of production and fruit quality of pitayas with potassium fertilization. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 40, mar. 2018.

FERNANDES, L. M. S.; VIEITES, R. L.; LIMA, G. P. P.; BRAGA, C. L.; AMARAL, J. L. Caracterização do fruto de pitaia orgânica. **Revista Biodiversidade**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 167-178, mar. 2017.

FOLONI, J. S. S.; ROSOLEM, C. A. Produtividade e acúmulo de potássio na soja em função da antecipação da adubação potássica no sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 1549-1561, mai. 2008.

FREITAS, M. S. M.; CARVALHO, A. J. C.; MONNERAT, P. H. Diagnose foliar nas culturas do maracujá e do abacaxi. In: PRADO, R. M. (org.). **Nutrição de plantas: diagnose foliar em frutíferas**. Jaboticabal: FCAV/CAPES/FAPESP/ CNPq, 2012. 579p.

FURLANI, A. M. C. Nutrição mineral. In: KERBAUY, G. B. (org.). **Fisiologia vegetal**. São Paulo: Guanabara Koogan, 2004. 470p.

GATTO, L. C. S. **Diagnóstico ambiental da bacia do rio Jaguaribe**: diretrizes gerais para a ordenação territorial. Salvador: IBGE, 1999. 77p.

GIL, L. G.; AULER, P. A. M.; DETONI, A. M. Produtividade e Qualidade do Fruto do Abacaxizeiro no Noroeste do Paraná sob doses de Nitrogênio e Potássio. In: XXXIV Congresso Brasileiro de Ciências do Solo. 2013, Florianópolis. **Anais [...]**. Florianópolis: Costão do Santinho Resort: 2013.

GONÇALVES, N. B.; CARVALHO, V. D. Características da fruta. *In*: GONÇALVES, N. B. (Org.). **Abacaxi pós-colheita**. Brasília: Ministério da Agricultura e do Abastecimento; Embrapa. Comunicação para Transferência de Tecnologia. 2000. cap. 2, p. 13-27 (Frutas do Brasil, 5).

GUARÇONI, A.; VENTURA, J. A. Adubação NPK 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, mai. 2011.

GUNASENA, H. P. M.; PUSHPAKUMARA, D. K. N. G.; KARIYAWASAM, M. Dragon fruit (*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose). *In*: PUSHPAKUMARA, D. K. N. G.; GUNASENA, H. P. M.; SINGH, V. P. (org.). **Underutilized fruit trees in Sri Lanka**. New Delhi: World Agroforestry Centre, 2007. p. 110-142.

GUZMAN R. Fertilización de la pitahaya. *In*: Primer encuentro nacional del cultivo de la pitahaya, 1994, San Marcos. **Anais [...]**. San Marco: 1994. p. 80-82.

HERNANDEZ, Y. D. O. **Hacia el conocimiento y conservación de La pitahaya** (*Hylocereus* sp.). Oaxaca: IPN-SIBEJ-CONACYT-FMCN, 2000. 124p.

HERNÁNDEZ, Y. D. O.; OLIVERA M. M.; COLINAS L. M. T. B., CARRILLO S. J. A. Estrés hídrico e intercambio de CO₂ de la pitahaya (*Hylocereus undatus*). **Agrociência**, Texcoco, v. 33, n. 4, 397-405, mar. 1999.

HOLCROFT, D.M.; KADER, A.A. Controlled atmosphere-induced changes em pH and organic acid metabolim may affect color of stored strawberry fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.17, n.1, p.19-32, set. 1999.

HORWITZ, W. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 18. ed. Gaithersburg, Maryland: AOAC, 2005.

IAL – Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1020 p. 2008.

INOCÊNCIO, M. F.; CARVALHO, J. G.; FURTINI NETO, A. E. Potássio, sódio e crescimento inicial de espécies florestais sob substituição de potássio por sódio. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 113-123, nov. 2014.

JACOMINE, P. K. T.; ALMEIDA, J. C. MEDEIROS, L. A. R. **Levantamento exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Ceará**. 2 ed. Recife: Boletim Técnico SUDENE 1973. 830p.

JERONIMO, M. C. **caracterização química, físico-química, atividade antioxidante e avaliação dos efeitos citotóxicos da pitaiá-vermelha [*Hylocereus undatus* (haw.) britton & rose] cultivada no brasil**. 2016. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Faculdade de Ciências da Saúde Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

JIRÓN, P. **Perfil de exportación de la pitahaya (*Hylocereus undatus*)**. En: For Export. APENN. Managua, Nicaragua, 1997. p. 3-7.

JUNQUEIRA, K. P.; JUNQUEIRA, N. T. P.; RAMOS, J. D.; PEREIRA, A. V. **Informações preliminares sobre uma espécie de pitaya do Cerrado**. Planaltina: EMBRAPA Cerrados, 2002. 18p. (Documentos, 62)

KAMPRATH, E. J. Enhanced Phosphorus Status of Maize Resulting from Nitrogen Fertilization of High Phosphorus Soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 52, n. 6, p. 522-526, nov. 1987.

KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. Desempenho de culturas anuais sobre palhada de braquiária. *In*: KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F.; AIDAR, H. (org.). **Integração lavoura pecuária**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 499-522.

KONDO, T.; MARTÍNEZ, M.; MEDINA, J. A.; ROA, A. R.; BURGOS, C. C. **Manual técnico: Tecnología para el manejo de pitaya amarilla *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. Ex Vaupel) Moran en Colombia**. Valle del Cauca: CORPOICA, 2013. 96p.

LE BELLEC, F.; VAILLANT, F.; IMBERT, E. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new crop, a market with a future. **Fruits**, Paris, v. 61, n. 4, p. 237-250, jul. 2006.

LESSA, F. O. **Caracterização e avaliação sensorial de frutos de pitaya (*Hylocereus* sp.)**. 2019. 51 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

LICHTENZVEIG, J.; ABBO, S.; NERD, A.; TEL-ZUR, N. MIZRAHI, Y. Cytology and mating systems in the climbing cacti *Hylocereus* and *Selenicereus*. **American Journal of Botany**, St. Louis, v. 87, n. 7, p. 1058-1065, jul. 2000.

LIMA, D. C. **Crescimento e acúmulo de nutrientes das pitaias vermelha e saborosa**. 2018. 70 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

LIMA, E. V.; ARAGÃO, C. A.; MORAIS, O. M.; TANAKA, R.; GRASSI FILHO, H. Adubação NK no desenvolvimento e na concentração de macronutrientes no florescimento do feijoeiro. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 58, n. 1, p. 125-129, jan./mar. 2001.

LÓPEZ, O. T.; GUIDO, A. M. Evaluación de dosis de nitrógeno y fósforo em el cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*). **Agronomía Mesoamericana**, Alajuela, n. 9, v.1, p. 66-71, mar. 1998.

LUDERS, L.; MCMAHON, G. **The pitaya or dragon fruit (*Hylocereus undatus*)**. Department of Primary Industry, Fisheries and Mines. Northern Territory government. n. 42, 2006. 4p.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Ceres, 2006. 638p.

MALAVOLTA, E.; MORAES, M. F. Fundamentos do nitrogênio e do enxofre na nutrição mineral das plantas cultivadas. *In*: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.; VITTI, G. C. (org.). **Nitrogênio e enxofre na agricultura brasileira**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2007. 722p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Princípios, métodos e técnicas de avaliação do estado nutricional. *In*: MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. (org.). **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2.ed. rev. e atual. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **AGROSTAT - Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro**. 2019. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm>. Acesso em: 21 mai. 2019.

MARQUES, V. B.; ARAÚJO, N. A.; MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; RIZENTAL, M. S. Ocorrência de insetos na pitaia no município de Lavras-MG. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 15, n. 5, p. 88-92, dez. 2011.

MARQUES, V. B.; MENDES, F. I. B.; ARAÚJO, N. A.; ALMEIDA, E. I. B.; CORRÊA, M. C. M. Produção de pitaia (*Hylocereus undatus*) em função de doses de K. *In*: XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2012, Bento Gonçalves. **Anais [...]**. Bento Gonçalves: Parque de Eventos de Bento Gonçalves, 2012.

MARQUES, V. B.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A.; MOREIRA, R. A. Correlação dos fatores ambientais e o período reprodutivo da pitaia (*Hylocereus undatus*) em Lavras-MG. *In*: XXI Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2010, Natal. **Anais [...]**. Natal: Centro de convenções, 2010.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London, Academic Press Inc., 1986. 674p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. London: Academic Press, 1995. 889p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 3.ed London: Elsevier, 2012. 643p.
MARTÍNEZ, R. C.; CALIX DE DIOS, H. C.; CANTO, A. R. **Guía Técnico para el Cultivo de pitahaya**. Mexico: Universidad de Quintana, 1996. 158p.

MEDEIROS, J. C.; ALBUQUERQUE, J. A.; MAFRA, A. L.; DALLA ROSA, J.; GATIBONI, L. C. Relação cálcio:magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um Cambissolo Húmico Álico. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 4, p. 799–806, jan. 2008.

MENDES, A. M. S. **Introdução a fertilidade do solo**. 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPATSA/35800/1/OPB1291.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2019.

MENEZES, M. J. T. **Eficiência agronômica de fontes nitrogenadas e de associação de fertilizantes no processo de deferimento da Brachiaria brizantha cv. Marandu**. 2004. 113 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2004.

- MENZEL, C. M.; HAYDON, G. E.; SIMPSON, D. Effect of nitrogen on growth and flowering of passion fruit (*Passiflora edulis* f. *edulis* x *P. edulis* f. *flavicarpa*) in sand culture. **Journal of Horticultural Science**, Ashford Ken, v.66, n.6, p.689-702, abr./jun. 1991.
- MERTEN, S. A review of Hylocereus production in the United States. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, Davis, v. 5, n. 1, p. 98-105, nov. 2003.
- MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Biochemistry**, New York, v.31, n.3, p.426-428, mar. 1959.
- MIZRAHI, Y. Vine-cacti pitayas: the new crops of the world. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 124-138, jan./mar. 2014.
- MIZRAHI, Y.; NERD, A. Climbing and columnar cacti: new arid lands fruit crops. In: JANICK, J. (org.). **Perspective in new crops and new crops uses**. Alexandria: ASHS, 1999. p. 358-366.
- MIZRAHI, Y.; NERD, A.; NOBEL, S. P. Cacti as crops. **Horticulture Review**, New York, v. 18, p. 291-320, jan. 1997.
- MONTES, R. M. **Efeito da adubação nitrogenada e potássica em pomar de goiabeiras**. 2013. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2013.
- MONTGOMERY, D. C. **Design and Analysis of Experiments**. Tempe: John Wiley & Sons, 8ª edição, 2013. 730p.
- MOREIRA, R. A.; MOREIRA, R. A.; CRUZ, M. C. M.; FERNANDES, D. R.; SILVA, E. B.; OLIVEIRA, J. Nutrient accumulation at the initial growth of pitaya plants according to phosphorus fertilization. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 46, n. 3, p. 230-237, jul./set. 2016.
- MOREIRA, R. A.; MOREIRA, R. A.; CRUZ, M. C. M.; FERNANDES, D. R.; SOUZA, J. R. S. Adubação potássica na produção de duas espécies de pitaia. In: XXIII Congresso Brasileiro de Fruticultura, 2014, Cuiabá. **Anais [...]**. Cuiabá: Centro de Eventos do Pantanal, 2014.
- MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A.; MARQUES, V. B. Produção e qualidade de frutos de pitaia-vermelha com adubação orgânica e granulada bioclástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 1, p. 762-766, out. 2011.
- MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A.; MARQUES, V. B.; MELO, P. C. Produtividade e teores de nutrientes em cladódios de pitaia vermelha utilizando-se adubação orgânica e granulada bioclástica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v.7, suppl., p.714-719, mai. 2012.
- MOREIRA, R. S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 2ª edição, 1999. 335p. CD ROM

MUNER, L. H. Disponibilidade de zinco para milho em resposta a correção da acidez e a localização de fósforo no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 96, n. 1, p. 281-292, jan. 2011.

MUNIZ, J. P. O. **Abelhas e a polinização da pitaya (*Hylocereus* spp.): implicações no vingamento, características físicas e físico-químicas dos frutos**. 2017. 81 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) –Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

MUNIZ, J. P. O.; BOMFIM, I. G. A.; CORRÊA, M. C. M.; FREITAS, B. M. Floral biology, pollination requirements and behavior of floral visitors in two species of pitaya. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 50, n. 4, p. 640-649, out./dez. 2019.

NATALE, W. **Calagem, adubação e nutrição da cultura da goiabeira**. 2011. Disponível em:http://www.nutricaoeplantas.agr.br/site/ensino/pos/Palestras_William/Livrogoiaba_pdf/1_Calagemadubacaonutricao.pdf. Acesso em: 4 fev. 2019.

NERD, A.; GUTMAN, F.; MIZRAHI, Y. Ripening and postharvest behaviour of fruits of two *Hylocereus* species (Cactaceae). **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 17, n. 1, p. 39-45, set. 1999.

NERD, A.; TEL-ZUR, N.; MIZRAHI, Y. Fruits of Vine and Columnar Cacti. In: NOBEL, P. S. (org.). **Cacti: biology and uses**. University of California Press, 2002. 280p.

NOBEL, P. S.; BARRERA, E. High temperatures and net CO₂ uptake, growth, and stem damage for the hemiepiphytic cactus *Hylocereus undatus*. **Biotropica**, Hoboken, v. 34, n. 2, p. 225-231, mar. 2002a.

NOBEL, P. S.; BARRERA, E. Nitrogen relations for net CO₂ uptake by the cultivated hemiepiphytic cactus, *Hylocereus undatus*. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 96, n. 1, p. 281-292, dez. 2002b.

OBENLAND, D.; CANTWELL, M.; LOBO, R.; COLLIN, S.; SIEVERT, J.; ARPAIA, M. L. Impact of storage conditions and variety on quality attributes and aroma volatiles of pitahaya (*Hylocereus* spp.). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 199, p. 15-22, fev. 2016.

OLIVEIRA, F. A.; CARMELLO, Q. A. C.; MASCARENHAS, H. A. A. Disponibilidade de potássio e suas relações com cálcio e magnésio em soja cultivada em casa-de-vegetação. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 58, n. 2, p. 329–335, jun. 2001.

OLIVEIRA, I. M. S. **Adubação nitrogenada para formação de mudas de três espécies de pitaia**. 2017. 49 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

OLIVEIRA, L. A.; ABREU, W. C.; OLIVEIRA, C. L.; PINTO, K. M.; CARVALHO, G. B. M.; BARCELOS, M. F. P.; Composição química da pitaia vermelha (*Hylocereus polyrhizus*) e branca (*Hylocereus undatus*). In. CONGRESSO DE PÓS GRADUAÇÃO DA UFLA, 19, 2010, Lavras. **Anais** [...]. Lavras: UFLA. 2010.

OLIVEIRA, R. P.; MACHADO, P. L. O. A.; BERNARDI, A. C. C.; NAUMOV, A. Considerações sobre o uso do solo e a regionalização do balanço de potássio na agricultura brasileira. *In*: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L (org.). Potássio na agricultura brasileira. SIMPÓSIO SOBRE POTÁSSIO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, São Paulo, 2005. **Anais [...]**. Piracicaba: POTAFOS, cap. 6, 2005. p.118-164.

ORESCA, D. **Interação salinidade, biofertilizante e adubação potássica na formação de mudas de maracujazeiro amarelo**. 2016. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2016.

ORTIZ-HERNÁNDEZ, Y. D.; CARRILLO-SALAZAR, J. A. Pitahaya (*Hylocereus* sp.): a short review. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 3, n. 4, p. 220-237, dez. 2012.

PEGORARO, R. F.; SOUZA, B. A. M. D.; MAIA, V. M.; SILVA, D. F. D.; MEDEIROS, A. C.; SAMPAIO, R. A. Absorção, acúmulo e exportação de macronutrientes pelo abacaxizeiro 'vitória' irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 3, p. 896-904, mai./jun. 2014.

PIMENTEL, C. **Metabolismo de carbono na agricultura tropical**. Seropédica: Edur, 1998. 150p

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15. ed. Piracicaba: Fealq, 2009, 451p.

PRADO, R. M. **Nutrição de plantas**. São Paulo: Editora Unesp, 2008. 407p.

PRADO, R. M.; BRAGHIROLI, L. F.; NATALE, W.; CORRÊA, M. C. M.; ALMEIDA, E. V. Aplicação de potássio no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 2, p. 295-299, ago. 2004.

PUNITHA, V.; BOYCE, A. N.; CHANDRAN, S. Effect of storage temperatures on the physiological and biochemical properties of *Hylocereus polyrhizus*. *In*: Southeast Asia Symposium on Quality and Safety of Fresh and Fresh-Cut Produce. 2009, Kuala Lumpur. **Anais [...]**. Kuala Lumpur, 2009.

PURQUERIO, L. F. V.; CECÍLIO FILHO, A.B. Nitrogen concentration in nutrient solution and number of fruits on quality of melon fruits. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.3, p.831-836, jul./set. 2005.

RAIJ, B.; ANDRADE, J.C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônômico, 2001. 284p. RAIJ, B.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Fundação IAC, 1996. 46p.

RIBEIRO, A. M. A. **Parcelamento de nitrogênio e potássio via fertirrigação no cultivo do abacaxizeiro**. 2016. 97 f. Dissertação (Mestrado em agricultura tropical) - Centro Universitário Norte do Espírito Santo, Universidade Federal do Espírito Santo, 2016.

RODRIGUES, O.; DIDONET, A.D.; GOUVEIA, J.; SOARES, R.C. Nitrogen translocation in wheat inoculated with Azospirillum and fertilized with nitrogen. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 7, p. 1473-1481, jul. 2000.

RODRÍGUEZ, C. A. **Pitahayas: Estado mundial de su cultivo y comercialización**. Yucatán: Fundación Yucatán Produce A. C. y Universidad Autónoma Chapingo, 2000. 153p.

ROSOLEM, C.A. Interação de potássio com outros íons. *In*: YAMADA, T.; ROBERTS, T.L. (org.). **Potássio na agricultura brasileira**. Piracicaba: Instituto da Potassa e do Fosfato, Instituto Internacional da Potassa, 2005. 841p.

SALAMONI, A. T. **Apostila de aulas teóricas de fisiologia vegetal**. 2008. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4086253/mod_resource/content/1/Apostila%20-%20Fisiologia%20Vegetal.pdf. Acesso em: 9 jul. 2019.

SARMENTO, J. D. A. **Qualidade, compostos bioativos e conservação da pitaiá (*Hylocereus polyrhizus*) no semiárido brasileiro**. 2017. 145 f. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2017.

SAS INSTITUTE INC. **SAS/STAT 12.1 User's Guide**. Cary: SAS Institute, 2012.

SILVA, A. C. C. **Pitaya: melhoramento e produção de mudas**. 2014. 132 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista Jaboticabal, São Paulo, 2014.

SILVA, A. C. C. **Produção e Qualidade de frutos de pitaya**. 2011. 53 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2011.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2 ed. Editora Embrapa, 2009. 627p.

SILVA, J. B. G.; MARTINEZ, M. A.; PIRES, C. S.; ANDRADE, I. D. S.; SILVA, G. D. Avaliação da condutividade elétrica e pH da solução do solo em uma área fertirrigada com água residuária de bovinocultura de leite. **Irriga**, Botucatu, v. 1, n. 1, p. 250-263, mai. 2012.

SILVA, J. T. A.; CARVALHO, J. G.; DAMASCENO, J. E. A. Adubação com potássio e nitrogênio em três ciclos de produção da bananeira cv. Prata-Anã. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 152-155, abr. 2003.

SILVA, M. C.; SILVA, T. J.; SILVA, E. M.; FARIAS, L. N.; Características produtivas e qualitativas de melão rendilhado adubado com nitrogênio e potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 6, jan. 2014.

SILVA, M. L. S.; TREVIZAM, A. R. **Interações iônicas e seus efeitos na nutrição das plantas**. Piracicaba: IPNI, 2015. 16p.

SOUTO, A. G. L.; CAVALCANTE, L. F.; DINIZ, B. L. M. T.; MESQUITA, F. O.; NASCIMENTO, J. A. M.; LIMA NETO, A. J. Água salina e biofertilizante bovino na

produção de frutos e alocação de biomassa em noni (*Morinda citrifolia* L.). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v.17, n.2, p.340-349, jul. 2015.

SOUZA, L. F. S.; ALMEIDA, O. A. Requerimento de nutrientes para fertirrigação. Abacaxi. *In*: BORGES, A. L.; COELHO, E. F.; TRINDADE, A. V. (org.). **Fertirrigação em fruteiras tropicais**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. p. 68-76.

SOUZA, L. S.; COGO, N. P.; VIEIRA, S. R. Variabilidade de propriedades físicas e químicas do solo em um pomar cítrico. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 21, p. 367-372, jul./set. 1997.

SOUZA, L.F. S.; GONÇALVES, N. B.; CALDAS, R. C.; SOARES, A. G.; MEDINA, V. M. Influência da adubação potássica nos teores foliares de nutrientes do abacaxizeiro 'Pérola'. *In*: Congresso brasileiro de fruticultura. 2002, Belém. **Anais [...]**. Belém, 2002.

SOUZA, R. S.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. *In*: FERNANDES, M. S.; SOUZA, R. S.; SANTOS, L. A. (org.). **Nutrição Mineral de Plantas**. 2ª ed. Viçosa: SBCS, 2018. 670p.

SOUZA, T. R.; VILLAS BÔAS, R. L.; QUAGGIO, J. A.; SALOMÃO, L. C.; FORATTO, L. C. Dinâmica de nutrientes na solução do solo em pomar fertirrigado de citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, n. 6, p. 846-854, jun. 2012.

STATSOFT, Inc. **STATISTICA (data analysis software system)**, version 10. 2011.

SYSTAT SOFTWARE Inc. – SSI. **Signaplot for Windows**, version 12,5. 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre, 2004. 618p.

TEIXEIRA, L. A. J.; BATAGLIA, O. C.; BUZETTI, S.; FURLANI JUNIOR, E. Adubação com NPK em coqueiro anão-verde (*Cocos nucifera* L.) – Atributos químicos do solo e nutrição de plantas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 115-119, abr. 2005.

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

TO, L. V.; NGU, N.; DUC, N. D.; HUONG, H. T. T. Dragon fruit quality end storage life: effect of harvest time use of plant growth regulators and modified atmosphere packaging. **Acta Horticulturae**, Hague, v. 2, n. 575, p. 611-621, abr. 2002.

TOSTA, M. S. **Adubação nitrogenada na produção e na qualidade de frutos de maracujazeiro 'amarelo'**. 2009. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2009.

TRAN, Dinh-Ha; YEN, Chung-Ruey. Morphological characteristics and pollination requirement in red pitaya (*Hylocereus* spp.). **International Journal of Agricultural, Biosystems Science and Engineering**, Istambul, v. 8, n. 3, p. 6-10, fev. 2014.

TURCIOS, O. L.; MIRANDA, A. G. Evaluación de dosis de nitrógeno y fósforo en el cultivo de pitahaya (*Hylocereus undatus*). **Agronomía mesoamericana**, San José, v. 9, n. 1, p. 66-71, mai.1998.

UEXKÜLL, H. R. Nutrition of plantation crops. *In*: MUNSON, R.D. (org.) **Potassium in agriculture**. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1985. p. 929-59.

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

VIANA, E. M. **Interação de nitrogênio e potássio na nutrição, no teor de clorofila e na atividade da redutase do nitrato de plantas de trigo**. 2007. 95 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

WANITCHANG, J.; TERDWONGWORAKUL, A.; WANITCHANG, P.; NOYPITAK, S. Maturity sorting index of dragon fruit: *Hylocereus polyrhizus*. **Journal of Food Engineering**, Amsterdam, v. 100, n. 3, p. 409-416, out. 2010.

WEBER, O.; MONTENEGRO, A.; SILVA, Í.; SOARES, I.; CRISÓSTOMO, L. Adubação nitrogenada e potássica em bananeira 'Pacovan' (Musa AAB, subgrupo Prata) na chapada do Apodí, Estado do Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 1, p. 154-157, abr. 2006.

WYBRANIEC, S. PLATZNER, I.; GERESH, S.; GOTTLIEB, H. E.; HAIMBERG, M.; MOGILNITZKI, M.; MIZRAHI, Y. Betacyanins from vine cactus *Hylocereus polyrhizus*. **Phytochemistry**, New York, v. 58, n. 8, p. 1209-1212, dez. 2001.

WYBRANIEC, S.; MIZRAHI, Y. Fruit flesh betacyanin pigments in *Hylocereus* cacti. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Wanshington, v. 50, n. 21, p. 6086-6089, set. 2002.

YAH, A. R. C.; PEREIRA, S. S.; VELOZ, C. S.; SAÑUDO, R. B.; DUCH, E. S. Cambios físicos, químicos y sensoriales en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) durante su desarrollo. **Revista Fitotecnia Mexicana**, Chapingo, v. 31, n. 1, p. 1-5, mar. 2008.

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**, London, v.57, n.3, p.508-514, jul. 1954.