



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

MARIA FGÊNIA SALDANHA DIÓGENES

**CURVA DE CRESCIMENTO E MARCHA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES DA
PITAIA (*Hylocereus undatus*)**

FORTALEZA

2017

MARIA FGÊNIA SALDANHA DIÓGENES

**CURVA DE CRESCIMENTO E MARCHA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES DA
PITAIA (*Hylocereus undatus*)**

Monografia apresentada a Coordenação do Curso de Agronomia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

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

Co-orientadora: Eng^a. Agr^a. MSc Denise de Lima Castro.

FORTALEZA

2017

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)

D622c Diógenes, Maria Fgênia Saldanha.
Curva de crescimento e marcha de absorção de nutrientes da pitaia (*Hylocereus undatus*) / Maria Fgênia Saldanha Diógenes. – 2017
39f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará,
Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2017.
Orientação: Prof. Dr. Márcio Cleber de
Medeiros Corrêa.
Coorientação: Ma. Denise de Lima
Castro.

1. Fruticultura. 2. Pitaia branca. 3. Exigência nutricional. I. Título.

CDD 630

MARIA FGÊNIA SALDANHA DIÓGENES

**CURVA DE CRESCIMENTO E MARCHA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES DA
PITAIA (*Hylocereus undatus*)**

Monografia apresentada a Coordenação do
Curso de Agronomia da Universidade Federal
do Ceará, como requisito parcial à obtenção do
título de Engenheira Agrônoma.

Aprovada em: 12/12/2017

BANCA EXAMINADORA

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

Eng. Agrônoma MSc Denise de Castro Lima
Doutoranda em Ciência do Solo (UFC)

Dr. Carlos Alberto Kenji Taniguchi
Embrapa Agroindústria Tropical

Dr. Ronialison Fernandes Queiroz
PNPD/UFC

AGRADECIMENTOS

À Deus, acima de tudo, pelo precioso dom da vida, pela saúde e pela proteção; por guiar e iluminar meus caminhos nessa incrível jornada de aprendizagem, sempre abrindo uma janela quando uma porta se fechava.

Aos meus pais, Francisco Laécio Saldanha e Maria José Diógenes Saldanha, pelo amor incondicional, pela dedicação, pelos ensinamentos e apoio constante na minha vida. Sem sua presença e incentivo essa conquista não teria sido possível.

Aos meus irmãos Júnior e Jocelia Laécia pelo amor e afeto dedicado a mim sempre.

Aos meus amados sobrinhos Laís, Laisa e Lucas que são a minha alegria. Vocês são meus pequenos maravilhosos que trouxeram muitas bênçãos e luz a minha vida.

À Universidade Federal do Ceará pela enorme contribuição na minha formação acadêmica e profissional.

Ao meu orientador, Prof. Marcio Cleber de Medeiros Corrêa, por todo apoio e incentivo dedicado a mim, pela amizade, pelos valiosos ensinamentos, pela paciência e pela orientação que me deram suporte para a realização deste trabalho. Meu muito obrigado especial.

A minha co-orientadora Denise pela orientação, compreensão e amizade. E também pela ajuda nas horas mais difíceis.

Aos membros da banca examinadora Dr. Carlos Alberto Kenji Taniguchi e Dr. Ronialison Fernandes Queiroz pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões.

Ao professor do Departamento de Ciências do solo Fernando Felipe Ferreyra Hernandez pela ajuda na realização de análises do solo.

Aos bolsistas do laboratório de solos da Embrapa Thaís, Esraelda e Beatriz pela ajuda inestimável.

Aos colegas Nougla, Monique e Milena pela ajuda valiosíssima na montagem do experimento.

Aos meus colegas de cursos que foram inestimáveis durante todos esses cinco anos Jesimiel Viana, Júlia Queirós, Sharon Gomes, Idayane Souza, Matheus Carlos, Leonardo Quirino e Rubens Zimmermann. Meu muito obrigado a vocês por terem tornado essa jornada enriquecedora e menos árdua, pelos momentos de descontração e amizade, pelo apoio e incentivo nos momentos difíceis. Vocês são inesquecíveis.

A todos que de alguma forma contribuíram para a conclusão de mais uma etapa da minha vida e que, embora não citados aqui, não deixam de merecer meu profundo agradecimento.

RESUMO

A fruticultura é uma atividade de extrema importância para a geração de renda e o desenvolvimento agrícola do Brasil. Em virtude de suas dimensões continentais e variações de clima, solo e temperatura, o País é capaz de produzir ampla diversidade de frutas, sejam elas nativas ou exóticas. A exploração comercial de frutas exóticas tem crescido nos últimos anos e a pitaiá (*Hylocereus undatus*) tem se destacado. Essa cultura vem despertando grande interesse em função da crescente demanda pelos frutos, que são caracterizados por sua aparência exótica e preços expressivos no mercado interno e externo. Entretanto, estudos acerca do desenvolvimento e da nutrição desta frutífera são incipientes. O conhecimento sobre o crescimento e a nutrição mineral da pitaiá é fundamental para o manejo correto da cultura, pois fornecem informações sobre as necessidades nutricionais das plantas, indicando as épocas mais favoráveis para a aplicação de fertilizantes. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento e a absorção de macro e micronutrientes pela pitaiá. O experimento foi realizado na Universidade Federal do Ceará (UFC), no município de Fortaleza – CE, conduzido em vasos em casa de vegetação, utilizando mudas provenientes do matrizeiro mantido no setor de agricultura. Os vasos foram preenchidos com substrato preparado com a mistura de solo e fibra de coco na proporção de 3:1. O experimento foi instalado em blocos ao acaso (DBC) com seis tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram nas épocas de amostragem (45; 75; 105; 135; 165 e 195 dias após o plantio). Em cada época de amostragem foram mensurados o comprimento e o diâmetro dos cladódios; após cada mensuração o material foi fragmentado e encaminhado ao laboratório para alocação em estufa com circulação forçada de ar (65°C), durante 72 horas. Em seguida, foi determinada a massa seca da parte aérea e os teores de macro e micronutrientes. Os dados foram submetidos a análise de variância a 5% probabilidade, e quando significativos, aplicou-se regressão polinomial. Concluiu-se que a pitaiá apresentou crescimento inicial lento, intensificando-se a partir dos 135 dias após o plantio. O total de biomassa seca acumulado pelas plantas no final do período de seis meses foi de 57,5 g planta⁻¹. Os macronutrientes foram absorvidos em maior quantidade na seguinte ordem: K > N > Ca > Mg > P > S. Os micronutrientes foram absorvidos em maior quantidade na seguinte ordem: Fe > Mn > Zn > B > Cu. A maior demanda de nutrientes ocorreu aos 195 dias após o plantio.

Palavras-chave: Fruticultura. Pitaiá branca. Exigência nutricional.

ABSTRACT

Fruticulture is an extremely important activity for income generation and agricultural development in Brazil. Due to its continental dimensions and variations in climate, soil and temperature, the country is able to produce a wide variety of fruits, whether native or exotic. The commercial exploitation of exotic fruits has grown in the last years and the pitaia (*Hylocereus undatus*) it has excelled. This culture has aroused great interest due to the growing demand for their fruits, which are characterized by their exotic appearance and expressive prices in the internal and external market. However, studies on the development and nutrition of this fruit are incipient. The knowledge about the growth and mineral nutrition of the pitaia is fundamental for the correct management of the crop, since they provide information on the nutritional needs of the plants, indicating most favorable epoch for the application of fertilizers. Thus, the objective of this work was to evaluate the growth and absorption of macro and micronutrients by the pitaia. The experiment was carried out at the Federal University of Ceará (UFC), in the city of Fortaleza - CE, conducted in vase at vegetation house, using seedlings from the matrizeiro kept in the agriculture sector. The pots were filled with substrate prepared with the soil mixture and coconut fiber in a ratio of 3: 1. The experiment was set up in randomized blocks with six treatments and six replications. The treatments consisted of sampling times (45, 75, 105, 135, 165 and 195 days after planting). In each sampling period, the length and diameter of the cladodes were measured; after each measurement, the material was fragmented and sent to the laboratory for allocation in a forced air circulation oven (65°C) for 72 hours. The dry mass of the aerial part and the accumulation of macro and micronutrients were then determined. The data were submitted to analysis of variance at 5% probability, and when significant, polynomial regression was applied. It was concluded that the pitaia presented slow initial growth, intensifying from the 135 days after the planting. The total dry biomass accumulated by the plants at the end of the six-month period was 57.5 g of plant⁻¹. The macronutrients were absorbed in greater quantity in the following order: K> N> Ca> Mg> P> S. The micronutrients were absorbed in greater quantity in the following order: Fe> Mn> Zn> B> Cu. The highest nutrient demand occurred at 195 days after planting.

Keywords: Fruticulture. White Pitaia. Nutritional requirement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Preparação das mudas, sacos com o substrato (A), irrigados (B) e mudas enraizadas (C), Fortaleza, CE	18
Figura 2 – Montagem do experimento e adubação, adubação com fósforo e micronutrientes (A), transplântio das mudas (B) e adubação nitrogenada e potássica (C), Fortaleza, CE	19
Figura 3 – Análise de crescimento, material vegetal fragmentado (A), acondicionamento em saco tipo Kraft (B) e secagem em estufa (C), Fortaleza, CE	21
Figura 4 – Comprimento dos cladódios emitidos (CCE) pela pitaia <i>Hylocereus undatus</i> ao longo de seis meses	24
Figura 5 – Diâmetro dos cladódios emitidos (D) pela pitaia <i>Hylocereus undatus</i> ao longo de seis meses	25
Figura 6 – Massa seca da parte aérea (MSPA) acumulada pela pitaia <i>Hylocereus undatus</i> em cada época de amostragem	26
Figura 7 – Porcentagem do acúmulo de Biomassa seca nos cladódios emitidos e na matriz da pitaia <i>Hylocereus undatus</i> em cada época de amostragem	27
Figura 8 – Acúmulo de macronutrientes (g planta^{-1}) da pitaia <i>Hylocereus undatus</i> em cada época de amostragem	29
Figura 9 – Acúmulo de micronutrientes (mg planta^{-1}) da pitaia <i>Hylocereus undatus</i> em cada época de amostragem	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Atributos químicos iniciais do solo utilizado no preenchimento dos vasos experimentais	18
Tabela 2 – Resultado da análise química de micronutrientes do solo utilizado	18
Tabela 3 – Análises de variância da curva de crescimento da pitiaia <i>Hylocereus undatus</i>	23
Tabela 4 – Análise de variância do acúmulo de macronutrientes da pitiaia <i>Hylocereus undatus</i> ao longo de seis meses	28
Tabela 5 – Análise de variância do acúmulo de micronutrientes da pitiaia <i>Hylocereus undatus</i> ao longo de seis meses	31

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	Importância da fruticultura nacional	12
2.2	As cactáceas e o gênero <i>Hylocereus</i> com ênfase na espécie <i>Hylocereus undatus</i>	13
2.3	Curva de crescimento e marcha de absorção de nutrientes	14
3	MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1	Localização e caracterização da área experimental	17
3.2	Material vegetal utilizado e preparo dos vasos	17
3.3	Tratamentos e delineamento estatístico	18
3.4	Tratos culturais	20
3.5	Análises	20
3.5.1	<i>Análise de crescimento</i>	20
3.5.2	<i>Análise química</i>	21
3.5.3	<i>Análise de dados</i>	21
4	RESULTADO E DISCUSSÃO	23
4.1	Acúmulo de matéria seca	23
4.2	Acúmulo de macronutrientes	27
4.3	Acúmulo de micronutrientes	31
5	CONCLUSÕES	34
	REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura é uma atividade de extrema importância para a geração de renda e o desenvolvimento agrícola do Brasil, e isso se dá, principalmente, pela adoção de novas tecnologias de produção e pela grande variedade de espécies frutíferas produzidas. Devido às condições ecológicas do País, que são favoráveis à fruticultura de clima tropical e subtropical, os produtores brasileiros têm a possibilidade de explorar maior quantidade de novas fruteiras, sejam elas nativas ou exóticas (SANTOS-SEREJO *et al.*, 2009).

Dentre as espécies exóticas, destaca-se a pitiaia *Hylocereus undatus*, que vem despertando grande interesse nos últimos anos em função da crescente demanda pelos frutos, que são caracterizados por sua aparência exótica e preços expressivos no mercado interno e externo. Contudo, ainda são escassos os estudos sobre essa cultura, principalmente nas condições edafoclimáticas brasileiras e, particularmente, no estado do Ceará. As recomendações de adubação no Brasil para esta cultura têm sido embasadas em informações adaptadas de países como Israel, México e Colômbia, que apresentam maior experiência no cultivo dessa frutífera, sendo também utilizados conhecimentos gerados em outras regiões do Brasil, embora estes ainda sejam incipientes e insuficientes para que se atinjam as máximas produtividades potenciais em cada região produtora, resultando na aplicação de quantidade insuficiente ou excessiva de adubos, o que ocasiona nutrição desbalanceada (ALMEIDA, 2013).

É de conhecimento geral que a adubação e a nutrição das culturas são dois fatores essenciais, responsáveis pelo ganho na produtividade e na qualidade do produto final; isso porque o equilíbrio nutricional da planta constitui condição fundamental para a expressão máxima do seu potencial genético, pois, uma planta bem nutrida possui maior resistência ao ataque de pragas e doenças, bem como ao estresse hídrico.

Em vista disso, a marcha de absorção dos nutrientes constitui uma importante ferramenta para o manejo da fertilização das culturas e, por serem expressas em função da idade das plantas, permite a obtenção de informações sobre as quantidades de nutrientes absorvidos em cada fase do desenvolvimento, possibilitando assim indicar as épocas mais adequadas para a aplicação dos adubos. Dessa forma, é possível estabelecer programas de adubação economicamente viáveis e mais eficientes, que reduzam os custos de produção, já que estes, na agricultura convencional, representam em média 30% do investimento total (FAGERIA; BARBOSA FILHO; STONE, 2004; FRANCO, 2006).

Diante do exposto, o trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e a marcha de absorção de nutrientes da pitiaia vermelha de polpa branca ao longo de seus seis meses iniciais de cultivo.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Importância da fruticultura nacional

O Brasil está em terceiro lugar no *ranking* mundial de países produtores de frutas, com produção que supera os 40 milhões de toneladas, abrangendo uma área de 2,5 milhões de hectares e gerando 5,6 milhões de empregos distribuídos por vários pólos de produção no País (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2017; CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL, 2017). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017), o valor da produção de frutas no ano de 2016 chegou a R\$ 33,33 bilhões, batendo o recorde em toda a série histórica que foi iniciada em 1974, tendo acréscimo de 26% em relação ao ano de 2015.

A produção atende principalmente ao mercado interno, que consome aproximadamente 97% do total produzido. Porém, a fruticultura brasileira vem ganhando cada vez mais espaço no exterior, aumentando o volume das exportações, o número de empresas exportadoras, a variedade de frutas e os países de destino das exportações. O estado de São Paulo é o maior produtor de frutas, seguido da Bahia e de Minas Gerais que ocupam o segundo e o terceiro lugar respectivamente. Contudo, os estados que mais produzem frutas no Brasil não são necessariamente os que mais exportam; exemplo disso é o Ceará, que em 2016 foi o maior exportador de frutas frescas, secas e elaboradas, gerando o montante de US\$ 207,202 milhões em divisas (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2017).

Sendo um dos segmentos da economia brasileira que mais tem se destacado nos últimos anos, a fruticultura continua em plena evolução, tanto no que diz respeito à produção de frutas *in natura*, como de sucos industrializados e néctares. O Brasil, com sua dimensão continental e variações de clima e solo, é capaz de produzir ampla diversidade de frutas no tempo e no espaço, sejam elas nativas ou exóticas. As frutas mais consumidas no Brasil são exóticas, podendo-se destacar: abacate, banana, laranja, mamão, manga, uva, dentre outras (SACRAMENTO; BARRETO, 2012; CAJAZEIRA, 2016; ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2017).

A exploração comercial de frutas exóticas tem crescido nos últimos anos e a pitaita *Hylocereus undatus* tem se destacado entre elas. Essa espécie é originária das Américas e se encontra distribuída na Costa Rica, Venezuela, Panamá, Uruguai, Colômbia, México e Brasil. Muitos trabalhos têm sido realizados com o intuito de adaptar as tecnologias oriundas de

países produtores dessa cultura para as condições brasileiras; contudo, ainda são escassas pesquisas referenciais para auxiliar a tomada de decisão por parte dos produtores (CAJAZEIRA, 2016).

2.2 As cactáceas e o gênero *Hylocereus* com enfoque na espécie *Hylocereus undatus*

As cactáceas são nativas das Américas e compreendem cerca de 1600 espécies, das quais mais de 70% ocorrem em regiões áridas e semiáridas do México, Peru, Argentina e Chile (WALLACE; GIBSON, 2002; SILVA, 2011). No Brasil, as cactáceas compreendem 39 gêneros, podendo ser encontradas em diversos ambientes como o Cerrado, a Caatinga e a Mata Atlântica (CALVENTE, 2010). A região leste do Brasil – incluindo as regiões da Caatinga e da Mata Atlântica – abriga o terceiro maior centro de diversidade da família *Cactaceae* (TAYLOR, 1997).

Do total de espécies de cactáceas, cerca de 130 são cactáceas epífitas, na qual se inserem as pitaias, presentes em florestas neotropicais e bosques. As pitaias são denominadas epífitas secundárias ou epífitas facultativas, uma vez que inicialmente enraízam no solo, e depois se tornam totalmente epífitas (WALLACE; GIBSON, 2002; SILVA, 2014).

De acordo com Ortiz-Hernández e Carrillo-Salazar (2012), o gênero *Hylocereus* contém 14 espécies, as quais podem ser encontradas em regiões subtropicais e tropicais de florestas do continente americano. Das espécies de *Hylocereus* cultivadas mundialmente, destacam-se: *H. undatus*, *H. monacanthus* e *H. megalanthus*. Os autores acrescentaram, ainda que, o gênero *Hylocereus* apresenta alto potencial para a ornamentação e produção de frutos, os quais podem ser consumidos *in natura* ou utilizados como matéria-prima na indústria de alimentos.

A pitaiá (*Hylocereus undatus*) é uma planta perene de hábito semi-epífita, que apresenta raízes adventícias, que ajudam na fixação e obtenção de nutrientes. Os cladódios são triangulares, suculentos e constituídos de pequenos espinhos com 2 a 4 mm de comprimento. A flor é hermafrodita, de coloração branca, antese noturna, e os frutos são vermelhos com polpa esbranquiçada, de sabor agradável, levemente adocicado, apresentando grande número de diminutas sementes de coloração preta (DONADIO, 2009; SILVA; MARTINS; CAVALLARI, 2011).

Por apresentar rápido retorno econômico, iniciando a produção já no primeiro ano após o plantio, e devido ao seu metabolismo adaptativo às condições onde a água é fator

limitante, a pitaita pode ser indicada para áreas nas quais não seria possível a produção de outras frutíferas mais exigentes em água (GOMES, 2014). Segundo Le Bellec, Vaillant e Inbert (2006), a produtividade média da pitaita oscila de 10 a 30 t ha⁻¹, o que ocorre em função das condições edafoclimáticas, técnicas de cultivo e idade do pomar. Os principais produtores são a Colômbia e o México, sendo que no Brasil o cultivo desta frutífera exótica é recente e se concentra, principalmente, nas regiões Nordeste, Sul e Sudeste brasileiro (BASTOS et. al., 2006; ORTIZ-HERNÁNDEZ; CARRILLO-SALAZAR, 2012; SILVA, 2014).

2.3 Curva de crescimento e marcha de absorção de nutrientes

O estabelecimento de doses adequadas de nutrientes é fundamental para tornar a produção economicamente viável e maximizar o crescimento vegetal, pois os desbalanços nutricionais podem acarretar sérios prejuízos às culturas, provocando alterações morfofisiológicas estimuladas pela falta ou excesso de determinados elementos (MARSCHNER, 1995). Devido à interação entre os nutrientes, o conhecimento sobre o adequado equilíbrio nutricional é relevante, pois a adição de grande quantidade de determinado elemento pode inibir a absorção de outro (GREGORY, 1926; LUCCHESI, 1987).

Beckmann-Cavalcante (2007) cita que é possível monitorar a necessidade de determinado nutriente em cada fase fenológica do ciclo de uma dada cultura, a partir da elaboração de curvas de absorção dos elementos, pois estas fornecem o conhecimento da demanda nutricional em cada etapa do crescimento do vegetal. Segundo a mesma autora pode-se ainda reduzir o risco de aplicações excessivas de fertilizantes, ou doses abaixo do mínimo exigido e, assim, atingir produtividades adequadas sem perda da qualidade.

É de suma importância o conhecimento do processo de absorção e acúmulo de nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento da planta, o que permite a identificação das épocas de maior demanda por parte da planta, as alterações nas taxas de absorção durante o ciclo da cultura, bem como a proporção relativa entre os nutrientes na matéria seca, oferecendo subsídios para o manejo adequado da adubação (MARTINEZ, 2002).

As curvas de absorção de nutrientes já determinadas para algumas espécies têm mostrado que o acúmulo de nutrientes segue o mesmo padrão da curva de acúmulo de massa seca, apresentando três fases distintas: no início a absorção é lenta, período em que a planta depende de reservas da semente para o seu desenvolvimento; posteriormente ocorre intensa

absorção até atingir o ponto máximo, esta fase compreende os processos anabólicos dependentes da fotossíntese que se traduzem em rápido crescimento até atingir o tamanho definitivo; em seguida, ocorre pequeno declínio, que resulta na paralisação da produção de matéria seca (TYLER; LORENZ, 1964; MAGALHÃES, 1979; PRATA, 1999; ARAÚJO *et al.*, 2001; LIMA, 2001; GRANJEIRO; CECÍLIO FILHO, 2004; SIQUEIRA *et al.*, 2009).

O acúmulo da matéria seca quantificada em função do tempo, além de ser utilizado na estimativa de vários índices fisiológicos, possibilita melhor entendimento dos fatores relacionados com a nutrição mineral, o que leva, conseqüentemente, ao manejo adequado da adubação, haja vista que a absorção de nutrientes é influenciada pela taxa de crescimento da planta (MARSCHNER, 1995; LIMA; PEIXOTO; LEDO, 2007).

A curva de crescimento é obtida por meio da medição destrutiva das plantas, na qual se obtém a massa seca dos órgãos do vegetal, além da composição química, essencial em estudos de nutrição e adubação (HUNT, 1990; AUGUSTINHO *et al.*, 2008).

A marcha de absorção estuda a curva de acúmulo de nutrientes em função da idade da planta, permitindo identificar: a) a quantidade de nutrientes necessários para a produção; b) a época de maior exigência de cada nutriente; c) em qual órgão cada nutriente se encontra em maior quantidade; d) o quanto é exportado pela colheita e o quanto será necessário repor ao solo para não exauri-lo (MARSCHNER, 1995; DAMASCENO *et al.*, 2011).

Portanto, as curvas de absorção de nutrientes e de acúmulo de massa seca em função do ciclo da cultura possibilitam conhecer os períodos de maior exigência dos elementos essenciais e de produção de massa seca, obtendo-se com isso informações seguras quanto às épocas mais apropriadas para a aplicação de fertilizantes, evitando-se possíveis deficiências nutricionais ou consumo de luxo (processo em que a planta absorve mais do que necessita), cuja quantidade excedida não tem reflexo algum na melhoria da produtividade das plantas (HAAG; MINAMI, 1988; FURLANI; PURQUEIRO, 2010).

Segundo Ritchie, Hanway e Benson (2003), o suprimento adequado de cada nutriente em cada estágio de desenvolvimento da cultura é essencial para o crescimento ótimo em todos os estádios. Para Malavolta *et al.* (1997), o interesse no conhecimento da marcha de absorção de nutrientes se dá em virtude da possibilidade da determinação das épocas em que os elementos são mais exigidos e, com isso, estabelecer a melhor época de adubação, além de permitir a correção de eventuais deficiências e avaliação do estado nutricional da cultura.

Vale ressaltar que a curva de acúmulo de nutrientes reflete a exigência da planta, mas não o que se deve aplicar, uma vez que é necessário considerar características intrínsecas do vegetal, como a eficiência de aproveitamento dos nutrientes, a qual é variável, sendo influenciada pelas condições climáticas, tipo de solo, sistema de irrigação, manejo cultural, entre outros fatores (GRANGEIRO; CECILIO FILHO; 2004; GRANGEIRO *et al.*, 2007; CASTOLDI *et al.*, 2009).

Do ponto de vista agrônomo, a análise do crescimento e do acúmulo de nutrientes podem ser úteis no estudo do comportamento vegetal sob diferentes condições ambientais, de forma a avaliar a resposta dos cultivares ao ambiente, além de permitir avaliar o crescimento final da planta como um todo, bem como a contribuição das diferentes partes no crescimento (FELTRIM, 2005; GALATI, 2010).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e caracterização da área experimental

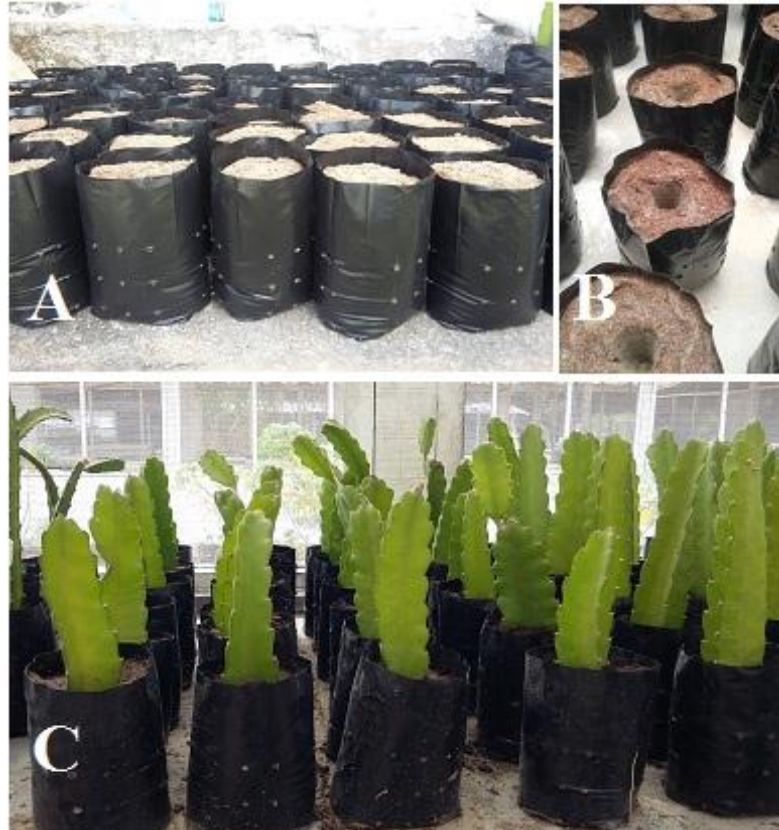
O experimento foi conduzido de dezembro de 2016 a julho de 2017, em casa de vegetação pertencente ao Setor de Agricultura do Departamento de Fitotecnia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), no município de Fortaleza, CE (3°43'02" de latitude S e 38°32'35" de longitude WGr; altitude de 19,6 m) (IPECE, 2017). O clima local é classificado, de acordo com Köppen (1918), como tipo Aw', clima tropical chuvoso, com temperatura média anual de 26,5 °C.

3.2 Material vegetal utilizado e preparo dos vasos

A espécie vegetal avaliada foi a *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose, conhecida popularmente como pitaia vermelha de polpa branca, oriunda do matizeiro mantido no setor de agricultura da UFC. A propagação se deu por meio de estaquia, sendo selecionadas secções de cladódios sadios, com comprimento de 20-25 cm para a formação das mudas. As estacas foram plantadas a 3 cm de profundidade em sacos de polietileno, com capacidade de 3 dm³, contendo como substrato arisco e fibra de coco na proporção 2:1 e mantidas em casa de vegetação por 60 dias até o adequado enraizamento (FIGURA 1). Após esse período foi feito o transplântio para vasos de polipropileno com capacidade volumétrica de 11 dm³, sendo preenchidos apenas 10 dm³ com substrato formado pela mistura de uma amostra de solo, classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (LIMA; OLIVEIRA; AQUINO, 2002), e fibra de coco, para melhor aeração e evitar problemas de compactação.

No preparo do substrato, o solo foi peneirado em uma peneira com malha de 2 mm, inicialmente, para promover maior uniformidade das partículas; em seguida, homogeneizou-se o solo com a fibra de coco na proporção de 3:1 (solo:fibra de coco), utilizando uma betoneira. A seguir, pesou-se a quantidade ideal para cada vaso. A análise química inicial para fins de fertilidade do solo encontra-se nas Tabelas 1 e 2.

Figura 1 – Preparação das mudas, sacos com o substrato (A), irrigados (B) e mudas enraizadas (C), Fortaleza, CE.



Fonte: O autor (2016).

Tabela 1 – Atributos químicos iniciais da amostra de solo utilizada no preenchimento dos vasos experimentais.

C	M.O.	K	Ca	Mg	Na	Al	H+Al	SB	CTC	P	pH	V	m	CE
-----g/kg-----		-----mmol _c /dm ³ -----							mg/kg		-----%-----			
3,06	5,28	1,6	10,0	6,0	0,9	1,5	6,6	18,5	25,0	90	6,3	74	7,0	0,38

P, K e Na: Mehlich 1; Ca, Mg e Al: KCl/1n; Al + H: Acetato de cálcio

Tabela 2 – Resultado da análise química de micronutrientes do solo utilizado.

Cu	Zn	Mn	Fe
-----mg/dm ³ -----			
0,7	18,7	9,2	9,3

Cu, Fe, Zn e Mn: Mehlich 1.

3.3 Tratamentos e delineamento estatístico

O experimento foi instalado em casa de vegetação utilizando o delineamento estatístico em blocos casualizados (DBC) com seis épocas de coletas: 45, 75, 105, 135, 165 e 195 dias após o plantio (DAP) que constituíram os tratamentos e 6 repetições, perfazendo o total de 36 parcelas experimentais. Cada parcela foi composta de um vaso com uma planta sendo e os blocos foram separados por tamanho de matriz que variaram de 17 a 21 cm de comprimento.

Para o suprimento das exigências nutricionais da cultura foi realizada a adubação básica, semelhante para todas as parcelas experimentais, conforme recomendação ajustada em função dos resultados preliminares obtidos nos ensaios de adubação já concluídos (ALMEIDA, 2013). Por ocasião da instalação do experimento, durante o transplântio das mudas enraizadas para os vasos, foi realizada adubação com fósforo de 23,86 g/vaso de superfosfato simples (18% P_2O_5 , 25% Ca e 12% S), e micronutrientes na quantidade de 0,55 g/vaso de FTE BR 12, ambos aplicados em dose única (FIGURA 2). Já as adubações nitrogenada e potássica foram parceladas em seis vezes, sendo ambos aplicados solubilizados em água a uma distância de 5 cm do colo da planta. A primeira parcela foi aplicada 15 dias após o transplântio e as outras de acordo com as épocas de coleta (45, 75, 105, 135 e 165 DAP). Como fonte de N foi usada uréia (46% de N) aplicando-se a quantidade de 1,4 g/vaso e como fonte de K foi utilizado o cloreto de potássio (62% K_2O) na quantidade de 0,61 g/vaso. (FIGURA 2).

Figura 2 – Montagem do experimento e adubação com fósforo e micronutrientes (A), transplântio das mudas (B) e adubação nitrogenada e potássica (C), Fortaleza (CE).



Fonte: O autor (2016 e 2017).

3.4 Tratos culturais

A irrigação foi realizada manualmente três vezes por semana, aplicando-se 500 mL de água por vaso nos períodos do ano com temperaturas mais severas, nos meses de dezembro, janeiro, junho e julho, e 300 mL de água nos períodos de temperaturas mais amenas que foi de fevereiro a maio. Essas quantidades de água aplicadas foram calculadas com o objetivo de manter o teor de umidade do solo em torno de 60% da capacidade de campo (CC). Para a realização desse cálculo foram amostrados 3 vasos, os quais foram irrigados até atingir a capacidade de campo, anotando-se a quantidade de água necessária para atingir os 100% da CC; em seguida, determinou-se a quantidade de água referente a 60% da CC.

As pitaias foram conduzidas em haste única, com o auxílio de estacas de marmeleiros até atingir a altura 1,5 m. Posteriormente, as plantas foram direcionadas com o intuito de formar as pernas, que consistem de dois cladódios, localizados a direita e a esquerda da haste principal, um de cada lado, os quais foram conduzidos em um arame esticado horizontalmente rente às plantas, para dar sustentação aos cladódios emitidos.

3.5 Análises

3.5.1 Análise de crescimento

As análises foram iniciadas 45 dias após o transplante, sendo que o período de análise iniciou a partir da adubação nitrogenada e potássica aos 15 DAP, sendo realizadas em intervalos regulares de 30 dias até os 195 DAP. Após cada coleta foi feita a mensuração da variável comprimento dos cladódios emitidos – CCE, que corresponde a todos os cladódios emitidos excetuando-se a matriz, essa medição foi realizada com a utilização de uma escala milimetrada no comprimento do cladódio, apresentando o valor do acumulado total em centímetros; e diâmetro – D, essa medição foi realizada com o auxílio de um paquímetro digital, medindo-se a parte mediana do cladódio, expressando os resultados em milímetros; em seguida, com o auxílio de uma tesoura de poda, as plantas foram fragmentadas em matriz e cladódios emitidos, para então serem lavados com água desionizada e acondicionados em sacos de papel poroso. O material foi então encaminhado ao laboratório para alocação em estufa com circulação forçada de ar (65°C), durante 72 horas (Figura 3). Após a secagem, o

material foi imediatamente pesado para a determinação da massa seca da parte aérea (MSPA) que corresponde a todos os cladódios emitidos e matriz. Os resultados foram expressos em gramas.

Figura 3 – Análise de crescimento, material vegetal fragmentado (A), acondicionamento em saco tipo Kraft (B) e secagem em estufa (C), Fortaleza (CE).



Fonte: O autor (2017).

3.5.2 Análises químicas

Após a determinação da massa seca da parte aérea (MSPA), o material vegetal foi moído em moinho tipo Willey, com malha de 1,0 mm de abertura e, em seguida, colocado em potes de polietileno, evitando-se o contato do material moído com o ar, identificado e levado ao Laboratório de Solos e Água da Embrapa Agroindústria Tropical para a determinação dos teores dos nutrientes: N, P, K, S, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn, Cu e B no tecido vegetal .

Os teores dos elementos P, K, S, Ca, Mg, Fe, Zn, Mn e Cu foram determinados por espectrometria de emissão atômica por plasma acoplado indutivamente (ICP-OES), após a digestão úmida com a solução nitro-perclórica $\text{HNO}_3 + \text{HClO}_4$ na proporção de 3:1. Os teores de nitrogênio foram determinados pelo método semimicro Kjeldahl. O Boro, após digestão seca, foi determinado por Espectrofotometria com azometina-H (SILVA, 1999). Os teores de macronutrientes foram expressos em g kg^{-1} e os de micronutrientes em mg kg^{-1} . Os acúmulos foram obtidos multiplicando os teores dos macro e micronutrientes pela massa seca.

3.5.3 Análise de dados

Os resultados obtidos nas avaliações laboratoriais foram submetidos a análises de variância ($p \leq 0,05$). Havendo significância procedeu-se a análise de regressão, em que o eixo

das abscissas foi representado pelas épocas de amostragem (45, 75, 105, 135, 165 e 195 DAP) e o eixo das ordenadas foi representado pelos acúmulos médios de cada nutriente nas partes constituintes da planta (matriz e cladódios emitidos).

A curva de crescimento foi obtida pelo somatório de massa seca da parte aérea da planta em cada época de amostragem. Consideraram-se para o estudo os modelos de regressão de primeiro ($a + bx$) e segundo graus ($a + bx + cx^2$). As análises de variância e regressão foram realizadas com o auxílio do programa estatístico Sisvar® e a confecção dos gráficos foi feita com o programa Sigma Plot versão 12.5®.

4 RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1 Acúmulo de matéria seca

Os resumos das análises de variância para massa seca da parte aérea (MSPA), comprimento dos cladódios emitidos (CCE) e diâmetro (D) estão representados na Tabela 3. Houve efeito significativo dentro dos blocos somente para a variável MSPA, isso significa que o tamanho das matrizes influenciou o acúmulo de massa seca na parte aérea, porém para o fator época de amostragem todas as características avaliadas apresentaram efeito significativo a 1% de probabilidade.

Tabela 3 - Análises de variância da curva de crescimento da pitáia *Hylocereus undatus*.

Fonte de Variação	GL	QM		
		MSPA	CCE	D
Bloco	5	62,2558*	192,7498 ^{NS}	2,9539 ^{NS}
Época	5	1269,1555**	46981,3391**	154,6906**
Erro	25	21,0207	458,4912	8,6563
CV %		13,56	16,68	8,29

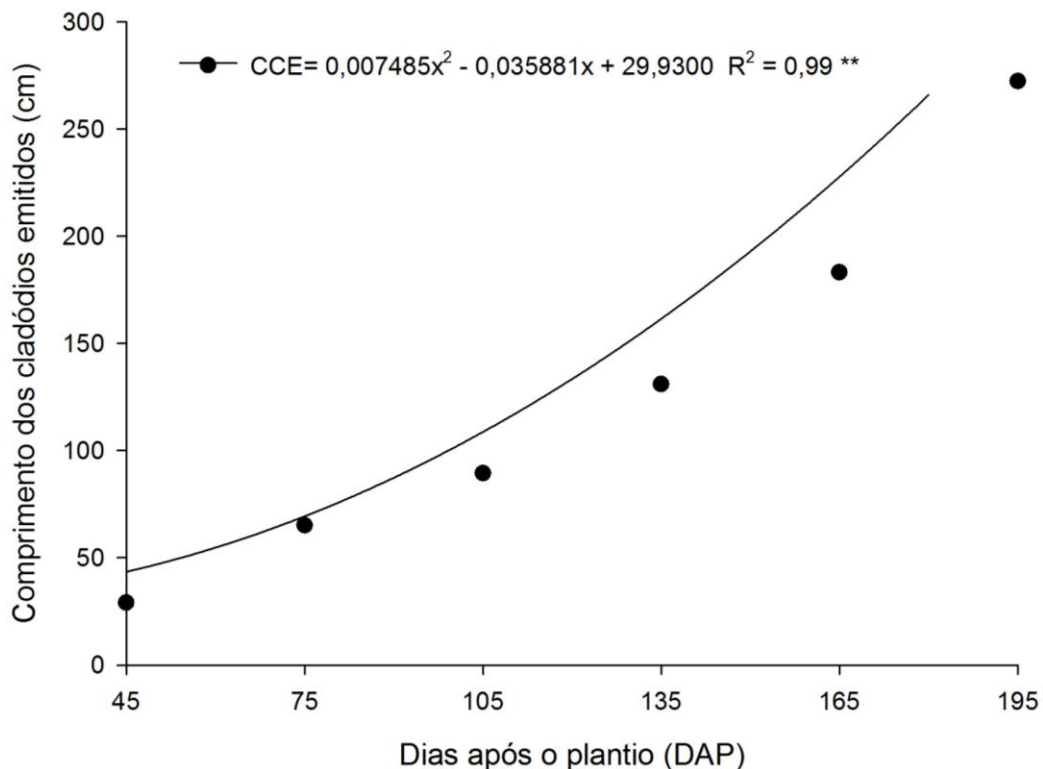
^{NS}: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; **: significativo a 1% e de probabilidade pelo teste F; *: significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; MSPA: massa seca da parte aérea; CCE: comprimento dos cladódios emitidos; D: diâmetro.

As características de crescimento MSPA e CCE da pitáia vermelha de polpa branca tiveram seus dados melhor ajustados ao modelo de regressão polinomial de segundo grau, haja vista a ocorrência de distintas intensidades de crescimento das plantas ao longo do período de estudo. Em geral, a curva polinomial representa melhor o acúmulo de massa seca da maioria das plantas, pois retrata um crescimento lento na fase inicial, seguida de uma fase de crescimento intenso. Já a variável Diâmetro teve seus dados melhor ajustados à equação linear.

Até os 105 dias após o plantio (DAP), foram verificados crescimento lento das plantas, sendo o incremento médio no comprimento dos cladódios de 29,1 cm ao mês. No entanto, após este período observou-se aumento substancial no comprimento dos cladódios, principalmente nos períodos compreendidos entre os 135 e 195 DAP, sendo que no período

que vai dos 165 aos 195 DAP esse incremento atingiu o seu ponto máximo de 73,0 cm ao mês, o que representa a taxa de crescimento de 2,43 cm dia⁻¹ (FIGURA 4). Ao longo do período de avaliação, entre a primeira análise aos 45 DAP, e a última aos 195 DAP, as plantas aumentaram 230,4 cm no comprimento dos seus cladódios, atingindo ao final dos seis meses de avaliação 266,0 cm.

Figura 4 – Comprimento dos cladódios emitidos (CCE) pela pitiaia *Hylocereus undatus* ao longo de seis meses.

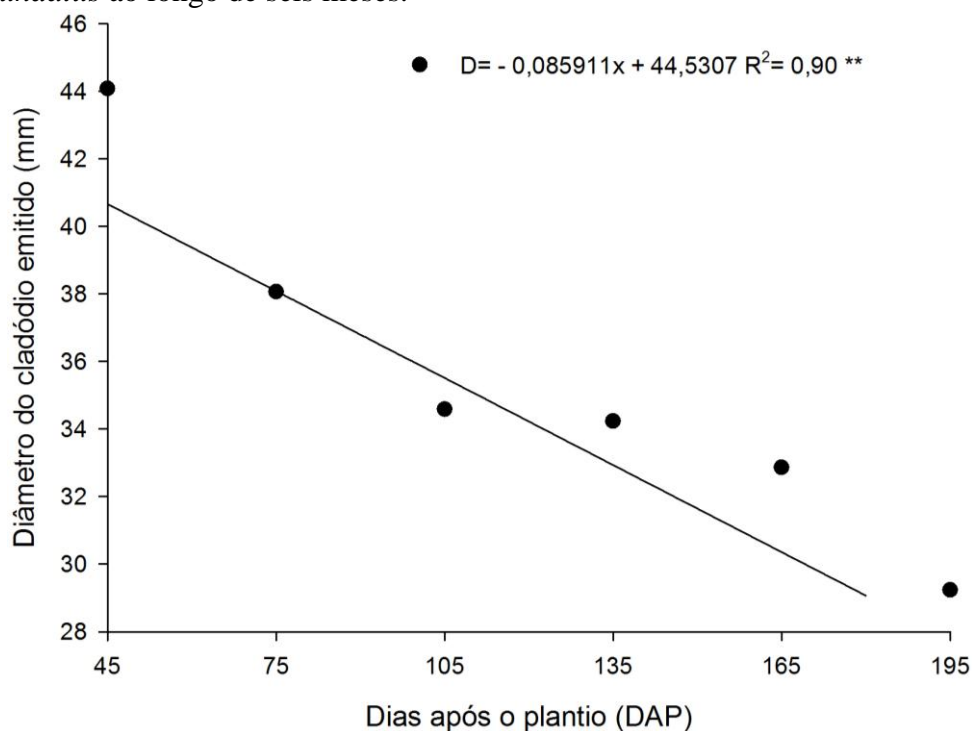


Almeida (2013), estudando a influência da interação fósforo-zinco sobre os caracteres fenológicos da pitiaia *H. undatus* no período de sete meses encontrou o valor máximo de 176 cm para o somatório dos cladódios emitidos, que se comparado com os 266,0 cm encontrado no presente trabalho verifica-se uma diferença de 90,0 cm. Já estudando a interação nitrogênio-potássio, Almeida (2013) encontrou valor máximo de 188,75 cm representando uma diferença de 77,3 cm. Esse acentuado incremento no comprimento dos cladódios pode ser explicado pelo estiolamento observado nas plantas, as quais, além do acelerado crescimento em altura, também apresentaram diferenças no diâmetro dos cladódios, ocasionando redução de 12,3 mm entre os 45 e 195 DAP (FIGURA 5).

Cavalcante *et al.* (2011), estudando a influência da intensidade luminosa no crescimento e no desenvolvimento inicial da pitiaia *H. undatus* verificaram incrementos no

diâmetro do cladódio variando de 11,94% e 18,53%, para os tratamentos sem cobertura e sob 50% de sombra, respectivamente.

Figura 5 – Diâmetro dos cladódios emitidos (D) pela pitaia *Hylocereus undatus* ao longo de seis meses.



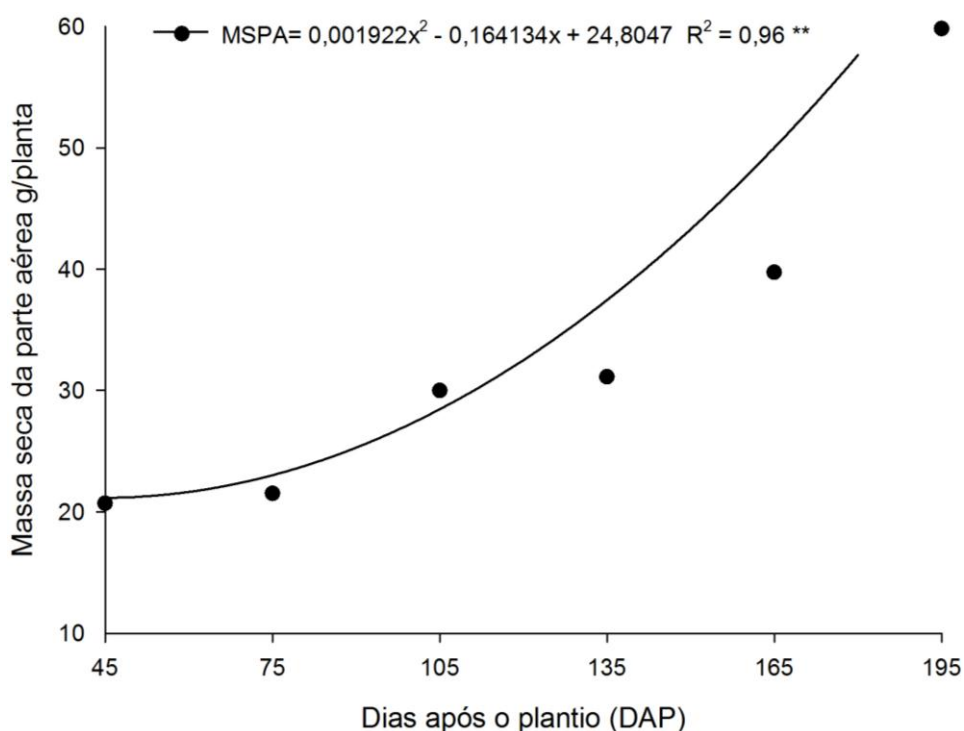
De acordo com Almeida (2016), em condições naturais a pitaia é encontrada em sub-bosque sob irradiância de $500 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, sendo essa quantidade de irradi\u00e2ncia inferior ao do local onde o experimento foi conduzido, que segundo o mesmo autor encontrou a irradi\u00e2\u00e7\u00e3o de $550 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Em vista disso, esperava-se desenvolvimento normal das plantas. Uma hip\u00f3tese que pode explicar a ocorr\u00eancia do estiolamento \u00e9 que o per\u00edodo de realiza\u00e7\u00e3o do experimento coincidiu com a esta\u00e7\u00e3o chuvosa, o que contribuiu para a diminui\u00e7\u00e3o dos n\u00edveis de radia\u00e7\u00e3o solar, al\u00e9m do sombreamento ocasionado pela estrutura do telhado da casa de vegeta\u00e7\u00e3o \u00e0 medida que as plantas cresciam.

Para Silva (2014), o sombreamento excessivo \u00e9 prejudicial \u00e0s plantas de pitaia, podendo causar o seu estiolamento e a produ\u00e7\u00e3o diminuta de flores. Cavalcante *et al.* (2011), estudando a influ\u00eancia da intensidade luminosa no crescimento e no desenvolvimento inicial da pitaia vermelha, constataram que houve diferen\u00e7a de 20% a mais na altura dos clad\u00f3dios das plantas sob 50% de sombreamento, em compara\u00e7\u00e3o com as plantas submetidas \u00e0 incid\u00eancia direta de raios solares.

O crescimento vegetativo das plantas, avaliado por meio do acúmulo de matéria seca, foi pouco expressivo na fase inicial do cultivo da pitiaia, sendo observados inicialmente valores relativamente baixos, com posterior intensificação do crescimento até atingir seu ponto de máximo acúmulo aos 195 DAP (FIGURA 6). Dos 45 aos 75 DAP observou-se pouco acúmulo de massa seca, isso porque no início do cultivo as plantas apresentaram crescimento lento, tendo, portanto, baixa produção de biomassa. Posteriormente, com o aumento da taxa metabólica da planta, ocorreu maior crescimento vegetativo e produção de biomassa.

Pode-se observar, de acordo com a Figura 6, que o acúmulo máximo de massa seca ocorreu no final do período experimental, aos 195 DAP, época em que foram observados os valores de 57,5 g/planta. Almeida (2013), estudando o crescimento inicial da pitiaia *H. undatus* em função de combinações de fósforo-zinco e nitrogênio-potássio, encontrou valores máximos para a biomassa seca que variaram de 36,3 a 43,8 g/planta. Dubeux Júnior (2010), estudando o efeito da adubação mineral no crescimento e composição da palma forrageira durante seis meses, encontrou o valor de 83,35 g/planta; Teles *et al.* (2002), também trabalhando com palma durante nove meses, observaram valor médio de 42,73 g/planta.

Figura 6 – Massa seca da parte aérea (MSPA) acumulada pela pitiaia *Hylocereus undatus* em cada época de amostragem.

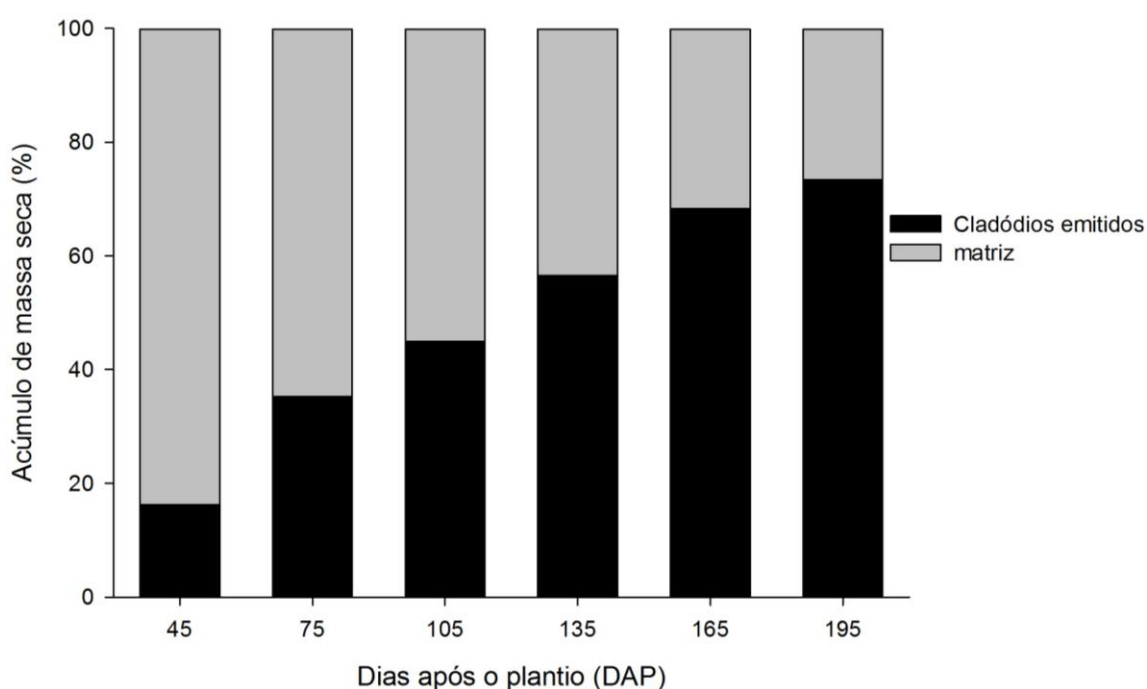


O maior incremento no acúmulo de massa da matéria seca ocorreu no período compreendido entre 165 e 195 DAP, com valor de 14,1 g/planta, o que representa 39% da

biomassa acumulada ao longo dos seis meses de avaliação que foi de 35,9 g/planta. A taxa de máximo acúmulo de biomassa ocorreu, também, nesse período, correspondendo a 0,47 g dia⁻¹ (FIGURA 6).

Quanto à distribuição da matéria seca na parte aérea, verifica-se ao analisar a Figura 7, que até os 105 DAP a matriz é a que mais contribuiu para o acúmulo de biomassa seca total, sendo que os cladódios emitidos representaram cerca de 45% da matéria seca acumulada. A partir dos 135 DAP essa relação se inverte e os cladódios passam a representar 56,6%, chegando ao final dos seis meses a representar 73,4% da biomassa seca acumulada, enquanto a matriz apenas 26,6%. Relacionando-se os valores encontrados de matéria seca com os valores de massa fresca, estima-se que em torno de 8,7 a 13,1% do tecido vegetal era constituído de biomassa seca.

Figura 7 – Porcentagem do acúmulo de biomassa seca nos cladódios e na matriz da pitiaia *Hylocereus undatus* em cada época de amostragem.



4.2 Acúmulo de macronutrientes

O resumo da análise de variância para os macronutrientes está apresentado na Tabela 3. Pode-se observar que para o fator época de amostragem, houve efeito significativo para todos os elementos, a 1% de probabilidade. Com relação aos valores dos coeficientes de

variação (CV%), Ferreira (1991) afirma que uma precisão boa varia entre a faixa de 15% a 20%.

Tabela 4 - Análise de variância do acúmulo de macronutrientes da pitiaia *Hylocereus undatus* ao longo de seis meses

Fonte de Variação	GL	QM					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Bloco	5	0,0072 ^{NS}	0,0003 ^{NS}	0,0145 ^{NS}	0,0058 ^{NS}	0,0022 ^{NS}	0,0006 ^{NS}
Época	5	0,3212 ^{**}	0,0044 ^{**}	1,5584 ^{**}	0,1513 ^{**}	0,0288 ^{**}	0,0151 ^{**}
Erro	25	0,0044	0,0004	0,0160	0,0035	0,0010	0,0004
CV %		14,41	11,19	10,54	10,77	12,36	18,46

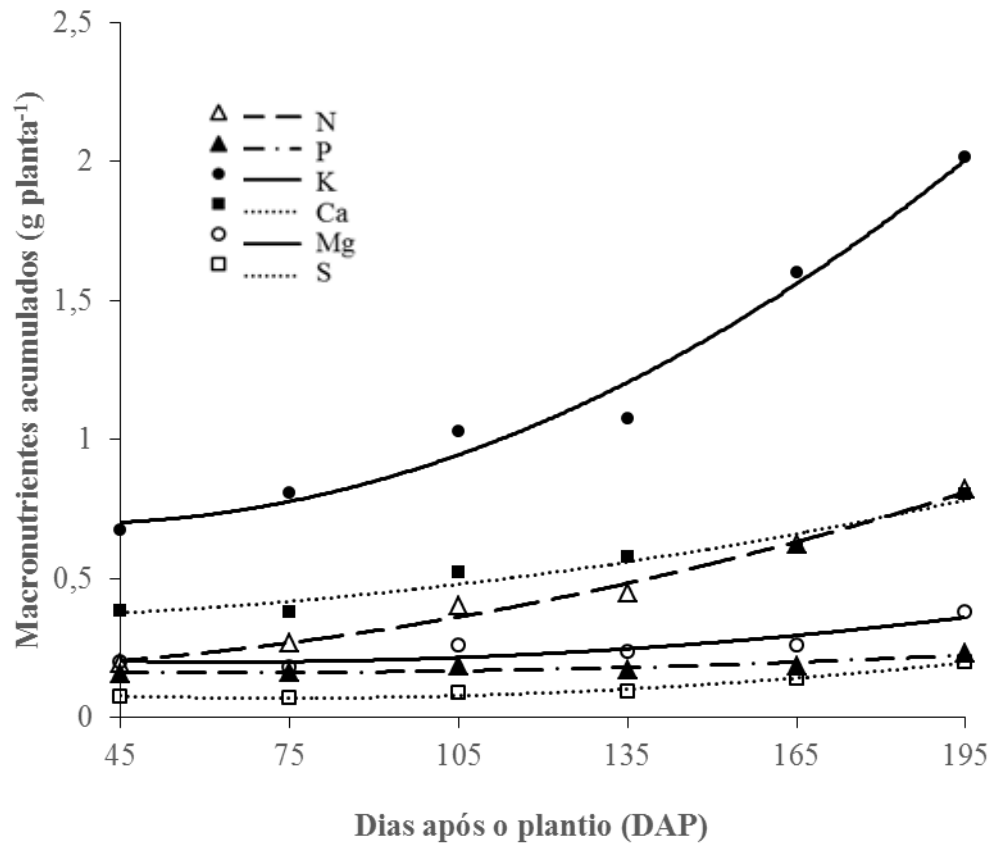
^{NS}: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ^{**}: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; GL: grau de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; N: nitrogênio; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; S: enxofre.

De maneira geral, a quantidade de macronutrientes acumulada na parte aérea (g/planta) se relacionou diretamente com a produção de massa seca, tendo seus dados melhor ajustados ao modelo de regressão polinomial de segundo grau, haja vista a ocorrência de distintas intensidades de absorção pelas plantas ao longo do período avaliado. Pôde-se observar que nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, os acúmulos são notadamente modestos e semelhantes. Posteriormente, verificou-se que ocorre incremento de forma acentuada nos acúmulos de quase todos os macronutrientes, a exceção do fósforo que entre a primeira análise aos 45 DAP e a última aos 195 DAP apresentou pouco incremento no acúmulo (FIGURA 8).

A marcha de absorção dos macronutrientes encontra-se na Figura 8; ao analisá-la pode-se observar que o acúmulo de N foi crescente ao longo do tempo, seguindo o comportamento de acúmulo de massa seca, tendo alcançado o máximo ao final da última época de amostragem, aos 195 DAP, época em que as pitaias acumularam 0,81 g/planta. Já o maior incremento no acúmulo de N ocorreu entre 165 DAP e 195 DAP, sendo de 0,18 g/planta o que representa 30% do total acumulado ao longo do período avaliado. O N é um dos nutrientes minerais requeridos em maiores quantidades pelas plantas, sendo o que mais limita o crescimento, pois é constituinte de proteínas, ácidos nucleicos, membranas e hormônios vegetais (SOUZA; FERNANDES, 2006).

Quanto à absorção do fósforo (P), o seu comportamento diferiu do elemento nitrogênio, já que seu acúmulo não foi crescente ao longo do período avaliado, havendo uma pequena redução de 0,6% no seu acúmulo aos 75 DAP comparado ao período de análise anterior aos 45 DAP. O maior incremento no acúmulo total de P ocorreu entre os 165 DAP e 195 DAP, com 41,5% do total acumulado ao longo do período avaliado sendo que aos 195 DAP o acúmulo de P atingiu seu máximo, com 0,23 g/planta. O fósforo foi um dos elementos menos absorvidos, provavelmente porque, segundo Malavolta (2008), o P é um dos elementos mais requeridos pelos frutos, pois ajuda na regulação da atividade enzimática, na síntese de sacarose, fosfolipídios e celulose, além da liberação de energia do ATP.

Figura 8 – Acúmulo de macronutrientes (g planta⁻¹) da pitiaia *Hylocereus undatus* em cada época de amostragem.



$$N = 0,000016x^2 + 0,000750x + 0,167767 \quad R^2 = 0,94^{**}$$

$$P = 0,000004x^2 - 0,000364x + 0,171133 \quad R^2 = 0,84^*$$

$$K = 0,000052x^2 - 0,002152x + 0,720283 \quad R^2 = 0,98^{**}$$

$$Ca = 0,000011x^2 + 0,000391x + 0,355200 \quad R^2 = 0,99^*$$

$$Mg = 0,000009x^2 - 0,000911x + 0,222350 \quad R^2 = 0,83^{**}$$

$$S = 0,000009x^2 - 0,001031x + 0,101200 \quad R^2 = 0,99^{**}$$

O potássio (K) foi o macronutriente mais acumulado; a maior demanda deste elemento ocorreu aos 195 DAP, com acúmulo de 2,0 g/planta. O maior incremento do K ocorreu entre os 165 e 195 DAP, acumulando nesse período 34% do total acumulado entre a primeira análise aos 45 DAP até a última aos 195 DAP. O potássio, embora não faça parte de nenhum composto orgânico, desempenha importantes funções na planta como na fotossíntese, a ativação enzimática, a síntese de proteínas e o transporte de carboidratos, entre outros, sendo fundamental ao crescimento e a produção da planta (MARSCHNER, 1995; TAIZ; ZEIGER, 1999).

O cálcio (Ca), terceiro macronutriente mais absorvido pelas plantas atingiu seu acúmulo máximo aos 195 DAP, com 0,78 g/planta, tendo o seu maior incremento entre os 165 e 195 DAP, com valor de 30% do total acumulado ao longo do período avaliado. Na planta o cálcio desempenha função estrutural, fazendo parte da lamela média da parede celular, tornando-o um dos elementos mais absorvidos pelas plantas (BOAVENTURA, 2003).

Ao final do período de avaliação o acúmulo de Mg na parte aérea chegou a 0,36 g/planta sendo que o maior incremento no seu acúmulo ocorreu entre os 165 e 195 DAP de 41%. Seu acúmulo, a semelhança do fósforo, não foi constante ao longo do período avaliado tendo acumulado aos 75 DAP 1,1% a menos do valor acumulado aos 45 DAP.

O enxofre (S) foi o macronutriente requerido em menor quantidade pelas plantas, tendo no final do período de avaliação acumulado 0,2 g/planta. O período de maior acúmulo ocorreu aos 195 DAP, havendo incremento de 18% no seu acúmulo em comparação ao acumulado aos 165 DAP. Segundo Vitti, Lima e Cicarone (2006), a principal função do enxofre é ser constituinte de aminoácidos, como a cisteína e metionina, atuando ainda como ativador de enzimas. De acordo com os autores a necessidade de enxofre para o bom desenvolvimento das plantas varia de 1 a 5 g/kg na matéria seca.

Ao longo do período de avaliação, entre a primeira análise, aos 45 DAP, e a última, aos 195 DAP, as plantas tiveram aumento de N, P, K, Ca, Mg e S de 75%, 27%, 65%, 52%, 44% e 61% respectivamente. Os macronutrientes foram absorvidos em maior quantidade pela pitaia *H. undatus* na seguinte ordem: K > N > Ca > Mg > P > S.

Rezende (2009), avaliando o crescimento e a marcha de absorção de mudas cítricas obteve os seguintes resultados para a absorção de macronutrientes: N > Ca > K > P > Mg > S. Já Franco (2006), estudando a curva de crescimento e a marcha de absorção das goiabeiras Paluma e Século XXI, encontrou a seguinte sequência: K > N > Ca > S > P > Mg; enquanto Augustinho *et al.* (2008) encontraram para a cultivar Pedro Sato a sequência: K > N

> Ca > S > P > Mg. Rozane *et al.* (2011) obtiveram a seguinte sequência para mudas de caramboleira: N > K > Ca > Mg > S > P. De modo geral, apesar de todos esses trabalhos diferirem quanto a ordem de acúmulo dos macronutrientes, concordam que nitrogênio, potássio e cálcio são os macronutrientes mais exigidos pelas culturas, o que corrobora os resultados encontrados no presente experimento.

4.3 Acúmulo de micronutrientes

O resumo da análise de variância para os micronutrientes está apresentado na Tabela 4. Observa-se que para o fator época de amostragem todos apresentaram efeito significativo a 1% de probabilidade. Avaliando-se os valores dos coeficientes de variação (CV%), pode-se afirmar que a precisão experimental foi boa para os elementos Cu, Zn, Mn e B, com os valores variando de 13,27% a 17,40%, a exceção do Fe que apresentou CV de 22,65%, considerado regular (FERREIRA, 1991).

Tabela 5 - Análise de variância do acúmulo de micronutrientes da pitiaia *Hylocereus undatus* ao longo de seis meses.

Fonte de Variação	GL	QM				
		Cu	Fe	Zn	Mn	B
Bloco	5	0,0006 ^{NS}	0,5711 ^{NS}	0,1709 ^{NS}	0,2793 ^{NS}	0,0243 ^{NS}
Época	5	0,0073 ^{**}	6,8204 ^{**}	2,8801 ^{**}	2,3915 ^{**}	0,4405 ^{**}
Erro	25	0,0004	0,4896	0,1072	0,1837	0,0120
CV %		17,40	22,65	14,31	13,27	16,18

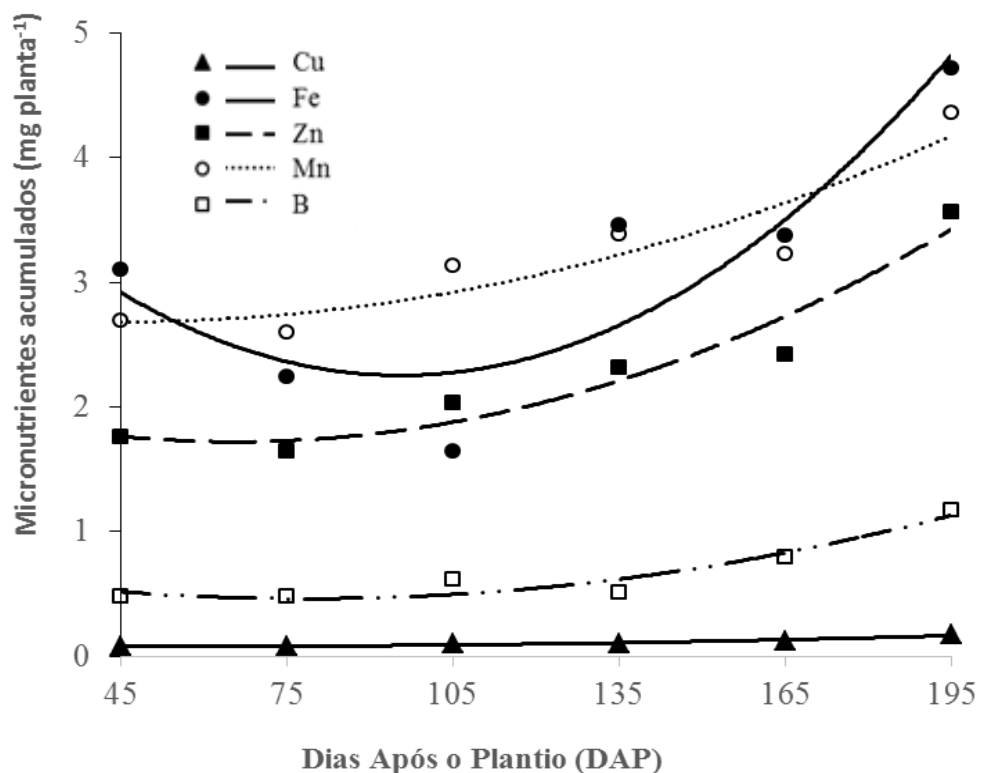
^{NS}: não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ^{**}: significativo a 1% de probabilidade pelo teste F; CV: coeficiente de variação; Cu: cobre; Fe: ferro; Zn: zinco; Mn: manganês; B: boro.

A quantidade de cobre (Cu), ferro (Fe), zinco (Zn), manganês (Mn) e boro (B) acumulada na parte aérea ao longo do ciclo da pitiaia vermelha de polpa branca teve tendência semelhante ao acúmulo de biomassa da matéria seca, ajustando-se à curva polinomial de segundo grau (FIGURA 9). Pôde-se observar que nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, os acúmulos são notadamente modestos e semelhantes, havendo ainda redução na taxa de acúmulo de alguns elementos. Porém a partir dos 135 DAP, verifica-se que ocorre incremento de forma acentuada nos acúmulos de todos os micronutrientes.

O Cu foi o micronutriente requerido em menor quantidade pelas plantas, tendo ao

final do período de avaliação acumulado 0,17 mg/planta. O período de maior acúmulo ocorreu entre os 165 e 195 DAP, havendo incremento de 20% no seu acúmulo comparando essa duas épocas. De acordo com Markossian e Kurganov (2003), o Cu é mais requerido na frutificação e sua deficiência severa pode resultar na inibição da reprodução, com redução da produção de semente e formação de pólenes estéreis. Possivelmente, a baixa demanda por esse elemento ocorreu devido às avaliações terem sido realizadas durante o estágio vegetativo da pitaiá.

Figura 9 – Acúmulo de micronutrientes (g planta⁻¹) da pitaiá *Hylocereus undatus* em cada época de amostragem.



$$\begin{aligned} \text{Cu} &= 0,000004x^2 - 0,000340x + 0,086750 \quad R^2 = 0,92^{**} \\ \text{Fe} &= 0,000260x^2 - 0,041965x + 3,945850 \quad R^2 = 0,80^{**} \\ \text{Zn} &= 0,000102x^2 - 0,010335x + 1,982383 \quad R^2 = 0,94^{**} \\ \text{Mn} &= 0,000067x^2 - 0,004017x + 2,744133 \quad R^2 = 0,85^{*} \\ \text{B} &= 0,000049x^2 - 0,006305x + 0,663283 \quad R^2 = 0,93^{**} \end{aligned}$$

Verificou-se, ainda, que o máximo acúmulo de ferro na biomassa total ocorreu aos 195 DAP, obtendo-se 4,8 mg/planta, sendo este o micronutriente mais acumulado pela pitaiá. De acordo com Prado (2008), o Fe é importante na biossíntese de clorofila e atua na constituição e ativação de importantes enzimas fotossintéticas. Desse modo, é provável que o aumento no acúmulo de Fe dos 165 aos 195 DAP, onde se observou incremento de 27% no acúmulo de Fe da parte aérea comparando-se às duas épocas de análises, esteja associado à

função desempenhada pelo elemento no processo fotossintético e pigmentação dos cladódios. Vale ressaltar que o Fe foi o elemento onde a taxa de absorção mais variou ao longo da sua curva de acúmulo, havendo apenas duas épocas (165 DAP e 195 DAP) onde elas foram maiores que as taxas de acumulação das épocas imediatamente anteriores.

O Zn foi o terceiro micronutriente mais absorvido pela pitáia, obtendo acúmulo máximo aos 195 DAP de 3,4 mg/planta. O período de maior acúmulo ocorreu entre os 165 DAP e 195 DAP, com um incremento de 20% entre as duas épocas de amostragem. O menor incremento no acúmulo do Zn nas plantas ocorreu entre aos 105 DAP, tendo acrescido nessa época apenas 7% do total acumulado ao longo dos seis meses de avaliação. De acordo com Epstein e Bloom (2006), e Price et al. (1972), o Zn atua como componente e ativador de várias enzimas sendo também precursor na formação de auxinas, RNA e ribossomos.

O Mn foi o segundo micronutriente mais acumulado na parte aérea, com valor de 4,2 mg/planta. O período de maior incremento deste elemento, a exemplo dos demais micronutrientes, foi entre os 165 DAP e 195 DAP, com incremento de 49% no seu acúmulo do total acumulado entre a primeira análise aos 45 DAP até a última aos 195 DAP. Segundo Prado (2008), essa maior demanda de Mn pelas plantas, possivelmente, está relacionada com as funções desempenhadas pelo o elemento, que atua como ativador e componente enzimático na fotossíntese e no metabolismo do nitrogênio.

O B, por sua vez, foi o segundo micronutrientes menos acumulado, observando-se ao final dos 195 DAP cerca de 1,1 mg/planta. O período de maior demanda pelo nutriente foi entre os 165 DAP e 195 DAP, no qual o percentual de incremento foi de 27%. Ao longo do período de avaliação, entre a primeira análise, aos 45 DAP, e a última, aos 195 DAP, as plantas tiveram um aumento de Mn, Fe, Zn, Cu e B de 38%, 39%, 49%, 52% e 54% respectivamente. Os micronutrientes foram absorvidos em maior quantidade pela pitáia *H. undatus* na seguinte ordem decrescente: Fe > Mn > Zn > B > Cu.

Baseando-se na média observada na última coleta aos 195 DAP, o acúmulo do B nas plantas ocorreu a uma taxa diária de 3,6 µg/planta. Já o acúmulo de Cu, que apresentou o menor índice, se deu a uma taxa diária de 0,85 µg/planta. O acúmulo de Fe foi o maior índice para os micronutrientes, ocorrendo numa taxa diária de 24,7 µg/planta. O acúmulo do Mn na pitáia de *H. undatus* foi muito próximo do Fe, ocorrendo a uma taxa de 21,4 µg/planta. Obteve-se um acúmulo de Zn na taxa diária de 17,6 µg/planta.

5 CONCLUSÕES

A pitaia vermelha de polpa branca apresentou crescimento inicial lento, intensificando-se a partir dos 135 dias após o plantio.

O acúmulo máximo de biomassa seca foi de 57,5 g/planta, tendo atingido 50% do seu total aos 135 DAP.

A maior demanda dos macro e micronutrientes aconteceu aos 180 DAP com máximo acumulado de 2,0; 0,81; 0,78; 0,36; 0,23 e 0,20 g/planta, respectivamente para o K, N, Ca, Mg, P e S; e 4,8; 4,2; 3,4; 1,1 e 0,17 mg/planta, respectivamente para o Fe, Mn, Zn, B e Cu.

A ordem decrescente de acúmulo de macronutrientes ao final de seis meses foi: K > N ≥ Ca > Mg > P > S. Para micronutrientes foi: Fe > Mn > Zn > B > Cu.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, E. I. B. **Crescimento inicial de pitaia (*Hylocereus undatus*) em função de combinações de doses de fósforo-zinco e nitrogênio-potássio**. 2013. 85 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

ALMEIDA, E. I. B. **Sombreamento na ecofisiologia, produção e propágulos de pitaia vermelha**. 2016. 96 f. Tese (Doutorado em agronomia) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

ARAÚJO, W.F. *et al.* Marcha de absorção de nutrientes pela cultura da abobrinha conduzida sob fertirrigação. In: FOLEGATTI, M.V.; CASARINI, E.; BLANCO, F.F.; BRASIL, R. P. C. do; RESENDE, R.S. (Coord.) **Fertirrigação: flores, frutas e hortaliças**. Guaíba: Agropecuária, 2001, v.1, p.67 – 77.

AUGUSTINHO, L. M. D. *et al.* Acúmulo de massa seca e marcha de absorção de nutrientes em mudas de goiabeira ‘Pedro Sato’. **Bragantia**, Campinas, v.67, p. 536-568. 2008.

BASTOS, D. C. *et al.* Propagação da pitaya vermelha por estaquia. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 6, p. 1106-1109, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542006000600009>>. Acesso em: 19 nov. 2017.

BECKMANN-CAVALCANTE, M.Z. **Características de substratos e concentrações de soluções nutritivas para o cultivo do crisântemo em vaso**. 2007. 145 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2007.

BOAVENTURA, P.S.R. **Demanda por nutrientes de mudas cítricas produzidas em substrato em ambiente protegido**. 2003. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Instituto Agrônomo, Campinas. 2003.

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) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2016.

CALVENTE, A. **Filogenia molecular, evolução e sistemática de *Rhipsalis* (Cactaceae)**. 2010. 185 f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas, Botânica) -. Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

CARVALHO, C. *et al.* **ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2017**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2017. 88 p.: il. ISSN 1808-4931, 2017.

CASTOLDI, R. *et al.* Crescimento, acúmulo de nutrientes e produtividade da couve-flor. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 4, p. 438-446, 2009.

CAVALCANTE, I. H. L. *et al.* Adubação orgânica e intensidade luminosa no crescimento e desenvolvimento inicial da pitaya em Bom Jesus-PI. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 3, p. 970-982, 2011.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Balanco 2016 e perspectivas 2017**. Brasília. 2017. Disponível em: <http://www.cnabrazil.org.br/balanco-2016-e-perspectivas-2017>. Acesso em: 01 dez. 2017.

DAMASCENO, A. P. A. B. *et al.* CRESCIMENTO E MARCHA DE ABSORÇÃO DE NUTRIENTES DO MELÃO CANTALOUPE TIPO “HARPER” FERTIRRIGADO COM DOSES DE NEK. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 137-146, 2011.

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

DUBEUX JUNIOR, J. C. B. *et al.* Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira – Clone IPA-201. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 1, p. 129-135, 2010.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 402p.

FAGERIA, N. K.; BARBOSA FILHO, M. P.; STONE, L. F. Nutrição de fósforo na produção de feijoeiro. In: YAMADA, T. & ABDALLA, S. R. S. eds. **Fósforo na agricultura Brasileira**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa de Potássio e Fosfato, 2004. p.435-455.

FELTRIM, A. L. **Crescimento, acúmulo de macronutrientes e produção de chicória em função do período de proteção com polipropileno**. 2005. 73 f. Tese (Mestrado em agronomia-Produção Vegetal) - Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2005.

FERREIRA, P. V. **Estatística experimental aplicada à agronomia**. Maceió, EDUFAL., 1991. 440p.

FRANCO, C. F. **Marcha de absorção de macronutrientes e de micronutrientes em mudas de goiabeira Paluma e Século XXI**. 2006. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2006.

FURLANI, P. R.; PURQUERIO, L. F. V. Avanços e desafios na nutrição de hortaliças. In: **Nutrição de plantas: diagnose foliar em hortaliças**. MELLO PRADO, R. et al. Jaboticabal: FCAV/CAPES/ FUNDUNESP, 2010. p. 45-62.

GALATI, V. C. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em quiabeiro ‘Santa Cruz 47’**. 2010. 26 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal, 2010.

GOMES, G. R. Família Cactaceae: breve revisão sobre sua descrição e importância. [S.I.]. **Revista Técnico-Científica**, v. 1, n. 2, 2014.

GRANGEIRO, L. C. *et al.* Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n. 2, 2007.

GRANGEIRO, L. C.; CECÍLIO FILHO, A. B. Acúmulo e exportação de macronutrientes pelo híbrido de melancia Tide. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22 , n. 1 , p. 93-97, 2004.

GREGORY, F.G. The effect of climatic conditions on the growth of barley. [S.I.]: **Annals of Botany**, v. 40, n. 157, p.1-26, 1926.

HAAG, H. P.; MINAMI, K. **Nutrição mineral de hortaliças**. Campinas: Fundação Cargil, 1988, 538p.

HUNT, R. **Basic growth analysis**. London; Unwin Hyman, 1990. 112 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **PAM 2016: valor da produção agrícola nacional foi 20% maior do que em 2015**. Rio de Janeiro, 2017. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/16814-pam-2016-valor-da-producao-agricola-nacional-foi-20-maior-do-que-em-2015.html>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ. Estatística e geografia. **Lista mantida pelo IPECE**. Disponível em: <<http://www.ipece.ce.gov.br>>. Acesso em: 11 nov. 2017.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: con un estudio de los climas de la tierra. Mexico: Fondo de Cultura Economica, 1918. 478 p.

LE BELLEC, F.; VAILLANT, F.; INBERT, E. Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new crop, a market with a future. **Fruits**, Paris, v. 61, n. 4, p. 237-250, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1051/fruits:2006021>>. Acesso em: 20 nov. 2017.

LIMA, A. A. de. **Absorção e eficiência de utilização de nutrientes por híbridos de melão (Cucumis melo L.)** 2001. 60 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2001.

LIMA, A. A. C.; OLIVEIRA, F. N. S.; AQUINO, A. R. L. Classificação e aptidão agrícola dos solos do Campo Experimental de Pacajus, CE, para a agricultura. **Documentos**, Fortaleza: [s.n.], 2002, v. 53, p. 20.

LIMA, J. F.; PEIXOTO, C. P.; LEDO, A. S. Índices fisiológicos e crescimento inicial do mamoeiro (*Caryca papaya* L.) em casa de vegetação. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, n.5, p.1358-1363, 2007.

LUCCHESI, A.A. Fatores da produção vegetal. In: CASTRO, P.C.R.; FERRERIA, S.O.; YAMADA, T. (Ed). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Potafós, Piracicaba: SP, 987. p. 1-2, 1987.

MAGALHÃES, A. C. N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI, M. G. (Coord.). **Fisiologia Vegetal**, São Paulo: EPV/USP, v.1, p.331-349, 1979.

MALAVOLTA, E. O futuro da nutrição de plantas, tendo em vista aspectos agronômicos, econômicos e ambientais. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.121, p.1-10, 2008.

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

MARKOSSIAN, K. A.; KURGANOV, B. I. Copper chaperones, intracellular copper trafficking proteins. Function, structure, and mechanism of action. **Biochemistry**, Moscow, v. 68, n. 8, p. 827-837, 2003.

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

MARTINEZ, H.E.P. **O uso do cultivo hidropônico de plantas em pesquisa**. Viçosa: UFV, 2002. 61p. (Cadernos didáticos).

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

PRATA, E.B. **Acumulação de biomassa e absorção de nutrientes por híbridos de meloeiro (Cucumis melo L.)**. 1999. 37 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de plantas) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1999.

PRADO, R. de M. **Nutrição de Plantas**. 1. ed. São Paulo: UNESP/FUNESP, 2008. 408p.

PRICE, C. A.; CLARK, H. E.; FUNKHOUSER, E. A. Functions of micronutrients in plants. In: MORTVEDT, J. J.; GIORDANO, P. M.; LINDSAY, W. L. (eds). **Micronutrients in agriculture**. **Soil Science Society of America**, 1972. p. 231-242.

REZENDE, C. F. A. **Crescimento e marcha de absorção de nutrientes em mudas cítricas cultivadas em ambiente protegido no Estado de Goiás**. 2009. 82 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, 2009.

RITCHIE, S.W.; HANWAY, J.J.; BENSON, G.O. Como a planta de milho se desenvolve. Piracicaba, **Potafós (Informações Agrônomicas n. 103)**, arquivo do agrônomo n.15, 2003. Disponível em: <[http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/DE02520B8765B8D683257AA0003C46A6/\\$FILE/Encarte103.pdf](http://brasil.ipni.net/ipniweb/region/brasil.nsf/0/DE02520B8765B8D683257AA0003C46A6/$FILE/Encarte103.pdf)>. Acesso em: 18 de nov. 2017.

ROZANE, D. E. *et al.* Produção de mudas de caramboleiras ‘B-10’ E ‘Golden Star’: II – Marcha de absorção e acúmulo de nutrientes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n.4, p.1308-1321, 2011.

SACRAMENTO, C.K.; BARRETO, W.S. Frutas tropicais não tradicionais para o cultivo no Brasil. In: **XXII CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA**, 22. 2012, 11 p. Bento Gonçalves, Anais Rio Grande do Sul, 2012.

SANTOS-SEREJO, J. A. dos *et al.* **Fruticultura tropical : espécies regionais e exóticas**. Brasília, DF: Embrapa informação Tecnológica, 2009, 509p

- SILVA, A. C. C. **Pitaya: Melhoramento e produção de mudas**. 2014. 132 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2014.
- SILVA, A. C. C. **Produção e qualidade de frutos de pitaya (*Hylocereus undatus*)**. 2011. 44f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011.
- SILVA, A. C. C.; MARTINS, A. B. G.; CAVALLARI, L. L. Qualidade de frutos de pitaya em função da época de polinização, da fonte de pólen e da coloração da cobertura. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, p. 1162-1168, 2011.
- SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos plantas e fertilizantes**. Brasília, Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa Solos/Embrapa Informática para Agricultura, 1999, 370p.
- SIQUEIRA, R. G. *et al.* Crescimento, produção e acúmulo de nutrientes em *Luffa cylindrica* M. Roem. **Revista Ceres**, Viçosa, v.56, n.5, p. 685-696, 2009.
- SOUZA, R. S.; FERNANDES, M. S. Nitrogênio. In: FERNANDES, M. (Ed) **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. P. 215-252.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant Physiology**. Massachusetts: Sinauer Associates, 1999. 792 p.
- TAYLOR, N. P. Cactaceae. **Cactus and succulent plants: Status Survey and Conservation Action Plan**. IUCN/SSC. Cactus and Succulent Specialist Group, Cambridge, p. 17-20, 1997.
- TELES M. M. *et al.* Efeitos da adubação e de nematicida no crescimento e na produção da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) cv. Gigante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 52-60, 2002.
- TYLER, K.B.; LORENZ, O.A. Nutrient absorption and growth of four muskmelon varieties. **Proceedings American of the Society Horticultural Science**, Alexandria, v.84, n. 1, p. 364- 371, 1964.
- VITTI, G. C.; LIMA, E.; CICARONE, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: FERNANDES, M. (Ed) **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 215-252.
- WALLACE, R. S.; GIBSON, A. C. **Evolution and systematic**. In: Cacti, Biology and uses. NOBEL, P. (Editor). California: University of California Press, 2002. p. 1-21.