UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI

Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

Josimara Mendes Rabelo

ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA QUALIDADE, COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES MINERAIS DE PITAIA

Diamantina - MG

2018

Josimara Mendes Rabelo

ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA QUALIDADE, COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES MINERAIS DE PITAIA

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Produção Vegetal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para a obtenção do título de "Doutor".

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Monteiro Cruz

DIAMANTINA - MG

2018

Elaborado com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

R114a Rabelo, Josimara Mendes
Adubação potássica na qualidade, composição centesimal e exportação de nutrientes minerais de pitaia / Josimara Mendes Rabelo, 2018.
51 p. : il.

Orientadora: Maria do Céu Monteiro Cruz

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.

1. Pitaya. 2. Fertilização mineral. 3. Composição química. 4. *Hylocereus undatus*. 5. *Hylocereus polyrhizus*. I. Cruz, Maria do Céu Monteiro. III. Título. IV. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 634

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecário Anderson César de Oliveira Silva, CRB6 – 2618.

Josimara Mendes Rabelo

ADUBAÇÃO POTÁSSICA NA QUALIDADE, COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES MINERAIS DE PITAIA

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação *Stricto sensu* em Produção Vegetal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, área de concentração Produção Vegetal, para obtenção do título de "Doutor".

Orientador: Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Monteiro Cruz

Data de aprovação: 06/08/2018

Prof. Dr. José Carlos Moraes Rufini - PPGCA -UFSJ

Prof.ª Dr.ª Nísia A. V. Dessimoni Pinto - PPGCTA -UFVJM

Prof. Dr. Enilson de Barros Silva - PPGPV - UFVJM

Prof.ª Dr.ª Maria do Céu Monteiro Cruz -PPGPV -UFVJM
Presidente

DIAMANTINA - MG
2018

A Deus,

DEDICO

Aos meus pais, Maria Iva e José Antônio, por todo incentivo, amor e carinho.

Aos meus irmãos, Marcelo e Marcone, pela amizade, apoio e amor.

A Felipe, pelo amor, paciência e por todo apoio nessa caminhada.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelo dom da vida e por me dar forças para lutar e correr atrás dos meus objetivos. Obrigada pelo seu amor!

Aos meus pais, José Antônio e Maria Iva, pelos conselhos, paciência, incentivo, apoio ao longo destes anos, pelos momentos de alegria e pelo amor incondicional. Obrigada por fazer do meu sonho o sonho de vocês e me ajudarem a realizá-lo.

Aos meus irmãos, Marcelo e Marcone, por me apoiarem em tudo, cada sorriso, amizade, companheirismo, incentivo e amor.

Aos meus, tios, tias, primos e primas e avós, por estarem sempre ao meu lado, me apoiando, torcendo e orando por mim.

Ao meu namorado, Felipe, que sempre me apoiou e incentivou, com amor e muita alegria. Obrigada por deixar a minha caminha um pouco mais leve.

A Breno, Maria do Carmo e Déborah, pela paciência, carinho e alegria. Obrigada por alegrar os meus fins de semana.

Às minhas amigas de longa data que estão distantes, mas nunca ausentes, como tenho a agradecer, pela amizade, companheirismo e longas conversas pelo WhatsApp. Vocês fazem parte desta conquista, Iana Mara, Inaia, Marianne, Maria Izabel e Maria.

Aos amigos Carol Mata Machado, Kamila, Carol Ferreira, Samuel, Thaís, Rodrigo, Letícia, Orlando, Luiza e Luan. Diamantina não seria a mesma sem vocês. Obrigada pelos momentos maravilhosos.

A Letícia Reis, melhor IC da UFVJM! Let's, obrigada pela amizade, companheirismo e ajuda no experimento.

Aos amigos que fiz na fruticultura, Denison, Jéssica, João, Núbia, Cíntia e Deilson, pelas risadas que tornam o trabalho mais divertido e prazeroso. A todos do Gefrut que ajudaram de forma, direta ou indireta, na realização deste trabalho.

Aos colegas do Programa de Produção Vegetal, pela amizade e companheirismo.

À minha orientadora, Maria do Céu, pela amizade, compreensão, paciência, pelos conselhos, apoio, dedicação, confiança e pelas oportunidades e ensinamentos.

À professora Lílian Pantoja, pela disponibilidade, ajuda e orientação na realização das análises.

A todos os professores que tive durante a vida, obrigada por cada ensinamento. Vocês fazem parte desta conquista.

Aos funcionários da fazenda experimental Rio Manso e a todos os funcionários da UFVJM, que sempre foram prestativos e atenciosos e auxiliaram na realização deste trabalho.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), pela concessão da bolsa de doutorado e pela oportunidade de realizar este sonho.

À Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo fomento ao projeto de pesquisa.

RESUMO

RABELO, J. M. **Adubação potássica na qualidade, composição centesimal e exportação de nutrientes minerais de pitaia.** 2018. 51p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.

As frutas produzidas pelas espécies de pitaia têm se destacado por apresentarem aparência exótica, alto teor de água, baixas calorias, vitaminas e minerais, além de compostos bioativos que as tornam atrativas para consumo. Entretanto, a composição da fruta pode ser alterada de acordo com o local de cultivo, o manejo dos pomares, a época de colheita e o manuseio pós-colheita. Em relação ao manejo dos pomares, têm-se observado variações pelo fato de as espécies de pitaia serem consideradas rústicas, capazes de tolerar condições adversas de baixa disponibilidade de água e nutrientes, e, principalmente, por falta de informações sobre a adubação, devido ao fato de o cultivo ser recente no Brasil. Dessa forma, a pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar a qualidade, a composição centesimal e a exportação de nutrientes em frutas das espécies *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*, fertilizadas com diferentes doses de potássio. As análises foram realizadas em frutas maduras, colhidas em duas safras de um pomar localizado em Couto de Magalhães de Minas, Brasil. A região está situada a 726 m de altitude, apresenta clima **Aw**, classificado como tropical de altitude, com temperatura média anual de 21,5 °C. O solo da área de cultivo é do tipo Latossolo Amarelo-distrófico, com 60% de areia, 27% de argila, 13% de silte e 0,3% de matéria orgânica. A adubação potássica foi realizada em doses de 0; 50; 100 e 200 g de K_2O por planta. A adubação complementar foi realizada com N 100 g por planta e, na época do plantio, foi realizada a calagem para elevar a saturação por bases para 60% e 50 g P e 10 L de esterco bovino foram incorporados ao solo. Os resultados evidenciaram que, com o manejo da adubação potássica, as frutas produzidas pelas espécies de pitaia alcançam maiores tamanhos e melhor sabor. A composição centesimal das frutas é alterada com o manejo da adubação dos pomares. As frutas produzidas por plantas com maior disponibilidade de K_2O apresentam maiores teores de matéria seca, fibras, cinzas carboidratos e valor energético, e menor teor de umidade, possibilitando a conservação por mais tempo se for armazenada adequadamente. O K foi o nutriente mais exportado pelas duas espécies de pitaia, seguido pelo N, P, Ca e Mg. Em relação aos micronutrientes, o mais exportado foi o Mn, seguido por Fe, Cu, Zn e B. Pomares de pitaia que alcançam altas produtividades necessitam de maior quantidade de nutrientes, devido à maior exportação pelas frutas. Pomares que são fertilizados com potássio produzem frutas com melhor composição, maior quantidade de nutrientes e melhor qualidade final, aumentando a aceitação por parte dos consumidores, além de alcançar melhor classificação de tamanho e melhores preços na comercialização.

Palavras-chave: Pitaya, fertilização mineral, composição química, *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*.

ABSTRACT

RABELO, J. M. **Potassium fertilization in quality, centesimal composition and export of mineral nutrients of pitaya.** 2018. 51p (Doctor in Plant Production) Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.

Fruits produced by the pitaya species have been noted for their exotic appearance, high water content, low calories, vitamins and minerals, as well as bioactive compounds that make them attractive to consumption. However, the composition of the fruit may change according from the place of cultivation, orchard management, harvesting season and postharvest handling. Regarding orchard management, variations have been observed in the fact that the pitaya species are considered rustic, capable of tolerating adverse conditions of low availability of water and nutrients, and mainly because lack information on fertilization, due to the fact that the cultivation is recent in Brazil. Thus, the research was carried out with the objective of evaluating the quality, the centesimal composition and the export of nutrients in fruits of the species *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*, fertilized with different doses of potassium. The analyzes were performed in mature fruits, harvested in two production cycles, from an orchard located in Couto de Magalhães de Minas, Brazil. The region is located at 726 m altitude, **Aw** climate, classified as tropical altitude, with average annual temperature of 21.5 °C. The soil of the cultivation area is Yellow-dystrophic Latosol, with 60% sand, 27% clay, 13% silt and 0.3% organic matter. Potassium fertilization was performed at doses of 0; 50; 100 and 200 g of K_2O per plant. The supplemental fertilization was carried out with N 100 g per plant and at the time of planting the liming was carried out to raise the saturation by bases to 60% and 50 g P and 10 L of bovine manure were incorporated into the soil. The results showed that, with the potassium fertilization, the fruits produced by the pitaya species reach larger sizes and better flavor. The fruits centesimal composition is altered with the management of the fertilization of the orchards. The fruits produced by plants with higher availability of K_2O present higher levels of dry matter, fiber, ashes, carbohydrates and energetic value and lower moisture content, allowing conservation for longer if stored properly. K was the nutrient most exported by the two pitaya species, followed by N, P, Ca and Mg in relation to micronutrients, the most exported was Mn, followed by Fe, Cu, Zn and B. Pitaya orchards that reach high yields require a greater quantity of nutrients, due to the greater export by the fruits. Orchards that are fertilized with potassium produce fruits with better composition, higher amount of nutrients and better final quality, increasing the acceptance by the consumers, increasing consumer acceptance, as well as achieving better size classification and better prices in the commercialization.

Key-words: Pitaya, mineral fertilization, chemical composition, *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.Valores médios mensais de temperatura máxima (°C), temperatura média (°C), temperatura mínima (°C) e precipitação (mm) em Couto de Magalhães de Minas, MG, durante o período de produção das pitaias avaliadas nesta pesquisa.....11

Figura 2. Pitaia de polpa branca da pela espécie *H. undatus* e de polpa vermelha da espécie *H. polyrhizus*.....12

Figura 3.Sistema de condução que foi utilizado para o cultivo das espécies de *H. undatus* e *H. polyrhizus* em Couto de Magalhães de Minas, MG.....13

Figura 4. Escore da variável canônica da análise multivariada em função das doses de K_2O para as variáveis de qualidade e composição centesimal das pitaias, nos ciclos produtivos 2015/2016 e 2016/2017.....22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental nas profundidades de 0-0,2 m, em julho de 2015.....14

Tabela 2 - Valores médios das variáveis de qualidade e composição centesimal das pitaias, resultantes da análise de variância e variável canônica (VC) em função das doses de K_2O.....21

Tabela 3 - Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2) para massa média de fruta inteira, diâmetro transversal, diâmetro longitudinal, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), açúcares totais e a relação SS/AT em pitaias da espécie *Hylocereus undatus,* em função de doses de K_2O, nos ciclos produtivos de 2015/16 e 2016/17.....23

Tabela 4 - Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2) para massa média de fruta inteira, diâmetro transversal, diâmetro longitudinal, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), açúcares totais e a relação SS/AT em pitaias da espécie *Hylocereus polyrhizus,* em função de doses de K_2O, nos ciclos produtivos de 2015/16 e 2016/17.....25

Tabela 5 - Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2) para os teores de proteína, lipídeos, fibras, cinzas, carboidratos, umidade, matéria seca (g $100g^{-1}$) e energia (kcal) em pitaias da espécie *Hylocereus undatus,* em função das doses de K_2O, os ciclos produtivos de 2015/16 e 2016/17.....29

Tabela 6 - Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2) para os teores de proteína, lipídeos, fibras, cinzas, carboidratos, umidade, matéria seca (g 100 g^{-1}) e energia (kcal) em pitaias da espécie *Hylocereus polyrhizus,*em função das doses de K_2O,nos ciclos de 2015/16 e 2016/17.....30

Tabela 7 -Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2) para os teores de nutrientes minerais N, K, P, Ca e Mg (g kg-¹) B, Cu, Zn, Fe e Mn (mg kg-¹) em pitaias da espécie *Hylocereus undatus,* em função das doses de K_2O, nos ciclos produtivos de 2015/16 e 2016/17..... 35

Tabela 8 - Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2) para os teores de nutrientes minerais N, K, P, Ca e Mg (g kg-¹) B, Cu, Zn, Fe e Mn (mg kg-¹) em pitaias da espécie *Hylocereus polyrhizus*, em função das doses de K_2O, nos ciclos produtivos de 2015/16 e 2016/17.....36

Tabela 9 - Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2) para a exportação de nutrientes N, P, K, Ca e Mg (kg) e B, Cu, Zn, Mn e Fe (g) de acordo com aprodutividade alcançada pela espécie *Hylocereus undatus,* em função das doses de K_2O, os ciclos produtivos de 2015/16 e 2016/17.....39

Tabela 10 - Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2) para a exportação de nutrientes N, P, K, Ca e Mg (kg) e B, Cu, Zn, Mn e Fe (g) de acordo com aprodutividade alcançadapelas espécie *Hylocereus polyrhizus,* em função das doses de K_2O,nos ciclos produtivos de 2015/16 e 2016/17.....41

SUMÁRIO

RESUMO.....i

ABSTRACT.....ii

LISTA DE FIGURAS.....iii

LISTA DE TABELAS.....iv

1. INTRODUÇÃO.....1

2 REFERENCIAL TEÓRICO.....3

2.1 Produção de pitaia no Brasil.....3

2.2Composição das frutas.....4

2.3Importância da adubação potássica para a qualidade das frutas de pitaia.....8

3. MATERIAL E MÉTODOS.....11

3.1 Local de instalação e condução da unidade experimental..... 11

3.2 Delineamento experimental e adubações.....11

3.3Avaliações.....14

3.3.1Produtividade.....14

3.3.2Características físico-químicas das frutas.....15

3.3.3Composição centesimal.....17

3.3.4Exportação de nutrientes minerais da fruta.....19

3.3.5Análise estatística dos dados.....20

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....21

4.1 Características químicas das frutas.....26

4.2 Composição centesimal.....29

4.3 Composição e exportação de nutrientes minerais.....34

5. CONCLUSÕES.....46

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....47

1. INTRODUÇÃO

O cultivo das espécies de pitaia no Brasil é recente e está em expansão devido ao interesse pelo consumo da fruta, que apresenta características atrativas aos consumidores. No período de 2008 a 2018, houve aumento de mais de 1000% no volume de pitaia nos centros de comercialização no país. No ano de 2018 foram comercializadas mais de 815 toneladas de pitaia, nas unidades do Ceasa em São Paulo, Minas Gerais, Goiânia, Distrito Federal e Rio de Janeiro, com destaque para os estados de São Paulo, que comercializava menos de uma tonelada em 2008 e, no último ano, mais de 720 toneladas da fruta, e Minas Gerais, que iniciou em 2013, com apenas 180 kg vendidos e, no último ano, foram mais de 25 toneladas (PROHORT, 2018).

Recentemente, a pitaia tem atraído a atenção de produtores, pelo seu valor econômico e de consumidores, em função do potencial benéfico à saúde, que passaram a optar por fontes de alimentos saudáveis.

A pitaia é uma ótima opção para os produtores inseridos no Vale do Jequitinhonha, por ser uma espécie com boa adaptação, de fácil manuseio, baixo custo de implantação e mão de obra. Além disso, a pitaia tem retorno rápido, pois as plantas produzem logo no primeiro ano após a implantação.

As espécies de pitaia pertencem à família das cactáceas, que são plantas consideradas rústicas, por se adaptarem a diversas condições de clima e solo, fazendo com que os produtores utilizem pouca tecnologia para a produção de frutas. Além disso, as informações sobre o manejo da pitaia no Brasil ainda são escassas, em virtude de os cultivos serem recentes. No entanto, pesquisas iniciais têm apontado que a espécie necessita de adubações equilibradas, a fim de suprir suas necessidades nutricionais, possibilitando crescimento e produção de maneira satisfatória (CORRÊA, et al., 2014).

As pesquisas para melhorar o sabor e a qualidade da pitaia são voltadas para períodos de armazenamento na pós-colheita. Estas técnicas são importantes para manter as características relacionadas à qualidade química, como teor de acidez e sólidos solúveis, mas não atuam nos teores de fibras, proteínas, carboidratos e mineral da fruta. Desse modo, pesquisas que permitam a produção de frutas mais saborosas e com melhor características nutricionais são necessárias, tornando possível atender às exigências de mercado, fornecendo frutas de boa aparência, saborosas e ricas em nutrientes.

Os trabalhos realizados, no país, com adubação de pitaia, em sua maioria, utilizam adubação orgânica, o que, muitas vezes, é de difícil aquisição e alto custo, tornando o cultivo

oneroso. As adubações são realizadas, em sua maioria, com base em estudos feitos em outros países, com condições de manejo, solo e clima diferentes. No Brasil existem as pesquisas que avaliam a adubação mineral estão sendo iniciadas.

É importante associar a qualidade das frutas à adubação, pois elementos, como o potássio, atuam no aumento da acidez, no teor de açúcares e também interferem diretamente na síntese proteica, nos teores de lipídeos e no acúmulo de nutrientes minerais na fruta e pode ser um dos fatores que refletem na composição e no sabor final das frutas.

Nesse contexto, a pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar a qualidade, a composição centesimal e a exportação de nutrientes em frutas das espécies *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus* fertilizadas com diferentes doses de potássio.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Produção de pitaia no Brasil

O cultivo com as espécies de pitaia no Brasil é recente. Os primeiros pomares de *Hylocereus undatus* foram implantados em 1990, no estado de São Paulo e os plantios com a *H. polyrhizus* iniciaram-se no ano de 2000. Atualmente, há pomares em Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina, Mato Grosso do Sul, Rio Grande do Norte, Ceará e Pernambuco (MARQUES et al.; 2011; NUNES et al., 2014; SILVA et al., 2015, FERNANDES et al., 2018). Os dados de comercialização apontam que a maior parte das pitaias comercializadas é originada de São Paulo, indicando que o estado é o maior produtor, influenciando o volume importado, que ultrapassou 28 toneladas em 2013 e, em 2018, ficou em 12,2 toneladas da fruta. Em ordem de volume comercializado por região está a regiões sudeste, com 87,3%; sul, com 7,3% e nordeste, 1%, sendo 4,4% de frutas importadas (PROHORT, 2018).

Em Minas Gerais, a comercialização da pitaia nas unidades da CEASA teve início em 2013, em Uberlândia, com 180 kg da fruta; no ano de 2018, a comercialização chegou a três toneladas. Na CEASABH, a comercialização iniciou-se em 2017, com 613 kg e, em 2018, foram comercializadas 13 toneladas da fruta (PROHORT, 2018).

Os pomares comerciais de pitaia estão aumentando devido aos altos preços alcançados nos mercado. Dados mostram preços atrativos no mercado nacional. Em 2016, o produtor comercializou a fruta entre 25 e 45 reais a caixa com 3 ou 4 kg (CEAGESP, 2016). Atualmente, no varejo esse preço varia de 12 a 30 reais o quilo, dependendo da época de comercialização.

A comercialização da pitaia, apesar de ser considerada fruta exótica, apresenta aumento a cada ano, o que ocorre em função de sua aparência, sabor e suas propriedades nutricionais e funcionais (LIMA et al., 2014), que a tornam de grande aceitação por parte dos consumidores (MOREIRA et al., 2011).Assim, ela é uma boa alternativa de renda para fruticultores que apostam no mercado de frutas exóticas, considerando a demanda crescente.

A produção ocorre durante o verão, época de maiores temperaturas e fotoperíodo, que influenciam a reprodução das plantas. Nos pomares das espécies *H. untadus* e *H. polyrizus* situados no sudeste do Brasil, a produção de frutas acontece nos meses de dezembro a maio (MARQUES et al., 2011; SILVA et al.; 2015; FERNANDES et al., 2018). Para a espécie *Selenicereus megalanthus*, que produz a pitaia de casca amarela e polpa branca, o

ciclo tende a ser mais longo. A colheita das frutas tem início no verão e termina no inverno, devido ao maior tempo para a abertura dos botões florais e para o amadurecimento das frutas (RABELO et al., 2019).

A produtividade que pode ser alcançada pelas espécies de pitaia é de até 30 toneladas por hectare. No Brasil, as informações têm sido variáveis e as produtividades informadas menores, o que pode estar relacionado a diversos fatores, como a idade das plantas, a densidade de plantio, o manejo da adubação e as condições edafoclimáticas da região. Considerando que as áreas de cultivo no país são recentes, as informações sobre a produtividade dos pomares não aparecem nas estatísticas das frutas produzidas, mas os dados divulgados têm mostrado variação no potencial produtivo das espécies cultivadas. No estado de São Paulo, a produtividade informada por produtores localizados em Presidente Prudente é de 15 tha^{-1} (SUZUKI, 2013[1]), mas não há informações sobre o manejo da adubação adotado e a densidade de plantio utilizada por estes produtores.

Em pomares nos quais se está estudando diferentes fontes para a adubação das plantas são divulgadas produtividades variando de acordo com a idade do pomar e a adubação realizada. Com a utilização de esterco bovino, cama de frango e granulado bioclástico por planta, em pomar de *H. undatus* no terceiro ciclo, a produtividade foi de 2,9 t ha^{-1} (MOREIRA et al., 2012) e, no quinto ciclo,9,4 t ha^{-1} (COSTA et al., 2015). Utilizando 100 g de N, associados a 200 g de K_2O por planta, a produtividade alcançada no terceiro ciclo de produção, pela espécie *H. undatus*, foi de 8,7 t ha^{-1} e, pela *H. polyrhizus*, de7 t ha^{-1} (FERNANDES et al., 2018). A produtividade alcançada pelo pomar também é um fator que influencia a qualidade e a composição final das frutas.

2.2 Composição das frutas

As frutas produzidas pelas espécies de pitaia apresentam, na sua composição, minerais, entre outros compostos com ação antioxidantes, carotenoides, compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas. Mas, as características relacionadas ao sabor, como a concentração de açúcares e a acidez em sua polpa, tornam o seu sabor suave, podendo dificultar a sua aceitação no mercado consumidor. Além disso, as pitaias podem apresentar características diversificadas, como diferentes formatos, cor da casca e da polpa, e presença

[1]SUZUKI, W. (Narandiba, São Paulo). Comunicação pessoal, 2013

de espinhos, o que demonstra a alta variabilidade genética das espécies que são cultivadas no país. Essas diferenças, associadas à falta de padronização no manejo dos pomares, estágio de maturação no momento da colheita, além dos cuidados e técnicas utilizados na conservação das frutas durante o armazenamento, têm resultado em frutas com composição variável.

Na avaliação da composição centesimal é feita a determinação de outros constituintes importantes, como o teor de umidade, proteínas, lipídeos, fibras, cinzas e carboidratos. A composição centesimal, também chamada composição química ou análise aproximativa de um alimento, corresponde à proporção de substâncias presentes em 100 g de polpa ou da parte comestível e serve para demonstrar o valor nutritivo de um alimento. As substâncias homogêneas são aquelas que estão em todos os alimentos (MORETTO et al., 2008).

Na pitaia, semelhante a outras frutas, a maior parte de sua composição é de água. Em pitaias produzidas pelas espécies *H. undatus* e *H. polyrhizus* o teor de umidade na polpa varia entre 85% e 87% (SATO et al., 2014; NURUL; ASMA, 2014; JERÔNIMO et al.; 2015).

Em relação aos teores de proteínas, os resultados informados em frutas de *H. polyrhizus* cultivadas com adubação orgânica na Malásia foram observados teores de 0,16 g 100 g^{-1} e, em Taiwan, de 0,22 g 100 g^{-1} (KHALILI et al., 2006) e, em frutas das espécies *H. undatus* e *H. polyrhizus* compradas em uma unidade da CEASA no Brasil, os teores avaliados variaram de 0,87 g 100 g^{-1} e 2,26 g 100 g^{-1} da polpa (ABREU et al., 2012; JERÔNIMO et al., 2015).As frutas, em geral, apresentam baixos teores de proteínas, os quais podem ser influenciados pelo manejo da adubação, devido à quantidade de N disponível para as plantas, pois este nutriente participa da síntese de vários compostos, entre os quais as proteínas (MALAVOLTA, 2006).

O N também atua em processos como fotossíntese, respiração, multiplicação e diferenciação celular e, dessa forma, influencia o tamanho e a produtividade dos pomares. Isso reflete sobre a qualidade e a composição das frutas, pois quanto maior a quantidade de frutas produzidas, menor será a disponibilidade de fotoassimilados. Portanto, a máxima produção e a melhor qualidade dos frutos dependem do equilíbrio entre os nutrientes (AULAR; NATALE, 2013).

As pitaias apresentam baixos teores de lipídeos. Resultados divulgados em frutas produzidas no Brasil mostraram teores variando de 0,3 g-¹ 100 g^{-1} a 0,47 g 100 g^{-1}, para a *H. undatus* e *H. polyrhizus* (ABREU et al., 2012, SANTOS et al., 2016) e ricas em fibras com valores variando de2,14 mg 100 g^{-1},em pitaias produzidas pela *H. undatus* e de 3,26 mg 100 g^{-1}a11,35g 100 g^{-1},nas frutas da espécie *H. polyrhizus* (CORDEIRO et al., 2015). As fibras

são muito importantes na alimentação humana, por atuarem como auxiliares no processo digestivo dos alimentos mais concentrados, evitando as constipações e outros estados patológicos (CHITARRA;CHITARRA, 2005).

Quanto aos teores de cinzas, resultados divulgados na caracterização realizada em pitaias produzidas no Brasil relatam valores de 0,33 g 100 g^{-1} a 0,75 g 100 g^{-1} na polpa de frutas de *H. undatus*e *H polyrhizus* (ABREU et al., 2012 JERÔNIMO et al., 2015). No entanto, a concentração deste constituinte pode variar, principalmente, com o manejo da adubação no pomar, pois, quanto mais nutrientes ou quanto maior o equilíbrio na absorção de nutrientes, maiores serão os teores nas frutas.

Entre os constituintes na composição das pitaias, os teores de carboidratos também são variáveis. Frutas de *H. polyrhizus* colhidas na Malásia apresentaram teores de 12,9 g 100 g^{-1} e de 8,4 g 100 g^{-1}, para as colhidas na Austrália. No Brasil, em frutas da espécie *H. undatus*, foi relatado teor de 10,79 g 100 g^{-1}(JERÔNIMO et al., 2015).

As informações sobre a composição das frutas são importantes para informar sobre consumo alimentar e verificar a adequação nutricional à dieta do consumidor, mas também podem ser utilizadas para indicar os cuidados necessários na conservação após a colheita e determinar a exportação de nutrientes pela fruta.

Os estudos descrevendo a composição de nutrientes minerais em pitaia indicam que o potássio é o elemento de maior concentração na fruta, porém, ocorre variação no teor deste elemento na polpa das frutas de acordo com o manejo e as condições de cultivo. O teor de K avaliado na polpa das frutas produzidas pela espécie *H. undatus* foi de 0,03 g kg-¹ (JERÔNIMO et al., 2015). Em frutas da espécie *H. polyrhizus*, o teor de K determinado na polpa foi de 12,6 g kg^{-1} (CORDEIRO et al., 2015) e, em frutas da espécie *H. polyhrizus* colhidas na Malásia, de 1,58 g kg^{-1} e de4,37g kg-¹ de pitaias colhidas na Austrália(NURUL; ASMA, 2014).

A variação na exportação de K observada nas pitaias colhidas em plantas cultivadas em diferentes condições pode ser justificada pela disponibilidade do nutriente no local do cultivo, além das condições de solo, do clima e da característica genética da espécie, que são determinantes da composição das frutas, exercendo influência na qualidade e na aceitação por parte dos consumidores. A participação do K envolve a ativação de enzimas da fotossíntese e na respiração, no controle da turgescência das células, no balanço de sais e água, no metabolismo dos carboidratos (piruvato-kinasa e fosfato-kinasa), na atividade da amido-sintetaza, além de incrementar a fixação do CO_2 e promover o transporte de fotoassimilados (MALAVOLTA, 2006; EPSTEIN; BLOOM, 2006).

Considerando que a expressão “variáveis de qualidade” depende de vários fatores, as funções exercidas pelos nutrientes na composição das frutas destacam-se em função do fato de que o atendimento das exigências nutricionais adequado torna possível que a planta expresse todo o seu potencial genético (AULAR; NATALE, 2013).

Os teores de P são baixos, variando de 0,23 mg 100 g^{-1}, nas frutas de *H. polyhrizus* a 0,003 mg 100 g^{-1}, de *H. undatus* (CORDEIRO et al., 2015; JERÔNIMO et al., 2015), produzidas em pomares que receberam adubação orgânica. Ainda são poucos os trabalhos nos quais há relatos sobre os teores de P em pitaias. Os teores de Ca variam de 0,04 mg $100g^{-1}$,em frutas da espécie *H. undatus* produzidas no Brasil(JERÔNIMO et al., 2015) a 6,7 mg 100 g^{-1}, em pitaias da espécie *H. polyhrizus* produzidas na Malásia (NURUL; ASMA, 2014) e 0,8 mg 100 g^{-1}, em pitaias produzidas no Brasil com o fornecimento de esterco bovino(CORDEIRO et al., 2015). Esta diferença entre os teores de minerais nas frutas está relacionada às condições e ao local de cultivo, à época de colheita e ao manejo da adubação utilizado.

Em estudos realizados com outras frutas, o papel desempenhado pelo Ca é fundamental, pois ele afeta a qualidade do produto final e sua capacidade de armazenamento depois da colheita. Há relação direta entre a concentração de Ca nas frutas e o amolecimento, a firmeza e o tempo de vida útil de prateleira. Quando a concentração de Ca na fruta é baixa, o metabolismo respiratório aumenta e acelera a maturação e a senescência. Outro aspecto da importância desses macronutriente na estabilidade da membrana é que seu baixo conteúdo em órgãos de reserva induz à alta permeabilidade da membrana e permite a difusão de solutos desses tecidos (MARSCHNER, 2012).

Entre os micronutrientes, os teores de Zn têm se mostrado variáveis; em frutas da espécie *H. polyrhizus* variaram de 0,09 mg 100 g^{-1} a 0,4 mg 100 g^{-1}, quando originadas da Malásia e na Austrália (NURUL; ASMA, 2014), e foram de 11,6 mg 100 g^{-1} em pitaias produzidas no Brasil (CORDEIRO et al., 2015).

Estes resultados evidenciam a variação que ocorre em função do local de cultivo e do manejo adotado no pomar, reforçando a importância de estudos sobre a adubação para melhorar a qualidade das frutas, pois o manejo da adubação interfere nos teores de nutrientes minerais das pitaias.

A pitaia apresenta, em sua composição, minerais de grande importância na alimentação humana e maior concentração dos macronutrientes K, N e Ca. Quanto aos micronutrientes, os que são encontrados em maior concentração na polpa das frutas são Fe e o Zn (CORDEIRO et al., 2015)

Além do valor nutritivo das frutas, os consumidores estão exigindo mais. O apelo à saúde e ao bem-estar que as frutas oferecem, por estarem no grupo de alimentos saudáveis, não é suficiente, é preciso oferecer mais, fundamentalmente sabor, que é o fator-chave para que se tenha prazer de comer (IBRAF, 2013). Para isso, a nutrição das plantas é determinante, tendo em vista a participação dos elementos essenciais no sabor, na cor, no aroma, na forma, no tamanho, na aparência, na resistência a pragas e doenças, e na conservação durante o armazenamento pós-colheita das frutas (AULAR; NATALE, 2013).

As frutas das espécies de pitaia (*Hylocereus* sp.) apresentam valor nutricional semelhante ao de outras frutas, mas se destacam em relação à textura de polpa e apresentam grande quantidade de sementes (ABREU et al., 2012). No entanto, de acordo com estes mesmos autores, é importante caracterizar as pitaias cultivadas em solo brasileiro para conhecer o seu potencial nutricional e funcional.

São poucas as pesquisas que retratam a composição das pitaias associando as informações de manejo do pomar. Os resultados divulgados apontam que as frutas são excelentes fontes de fibras, vitaminas e minerais (ABREU et al.; 2012, CORDEIRO et al., 2015, JERÔNIMO et al., 2015) e que podem variar entre as espécies de pitaia das espécies *H. undatus* e *H. polyrhizus* e o local de cultivo(ABREU et al., 2012, CORDEIRO et al., 2015; NURUL; ASMA, 2014; JERÔNIMO et al.; 2015).

A caracterização da composição centesimal e mineral das pitaias foi realizada, na maioria das vezes, em frutas adquiridas no comércio e, por isso, não é possível relacionar os resultados ao manejo utilizado no pomar às condições ambientais, à época de colheita, ao estágio de maturação e ao tempo de armazenamento, fatores importantes que podem interferir na composição e qualidade das frutas.

2.3 Importância da adubação potássica para a qualidade das frutas de pitaia

O K destaca-se, em muitas reações no metabolismo vegetal, por estar envolvido na abertura e ao fechamento dos estômatos; respiração, osmorregulação, extensão celular e balanço entre cátions e ânions atuam como ativadores enzimáticos de processos responsáveis pela síntese e a degradação de compostos orgânicos, a respiração e a síntese de proteínas (EPSTEIN; BLOOM, 2006; HEIDARI; JAMSHID, 2010).

O K é o mais abundante cátion no citoplasma e é requerido em grande quantidade pelas culturas. Em estudo realizado com a adubação potássica nas espécies *H. undatus* e *H.*

polyrhizus no Brasil foi demonstrado que a disponibilidade deste nutriente para as plantas aumenta a produção e a qualidade das frutas (FERNANDES et al., 2018).

O K é descrito como o macronutriente que mais contribui para a melhoria na qualidade das frutas.Ele é fundamental em processos metabólicos, como síntese de proteínas e açúcares e é o responsável pelo transporte de açúcares e carboidratos produzidos pela fotossíntese para órgãos de armazenamento, como as frutas (IPI, 2013).

O fornecimento adequado de K aumenta as propriedades nutricionais, como os teores de proteínas, óleos e vitaminas e aspectos funcionais, como o sabor (IPI, 2013). Plantas supridas adequadamente com K produzem frutas com melhor aparência, sabor e aroma e têm aumento da produtividade (IPI, 2013; FERNANDES, et al., 2018).

No Brasil, a adubação das espécies de pitaia é feita de forma variável, baseando-se em doses recomendadas para outros países, onde as condições edafoclimáticas são completamente distintas das regiões produtoras brasileiras ou com a utilização de fontes orgânicas (CAVALCANTE et al., 2011), por não haver informações sobre a quantidade de nutrientes adequados para suprir o crescimento e a produção.

Os adubos orgânicos são utilizados, há muitos anos, na agricultura, como fonte de nutrientes, por apresentarem as vantagens de melhoria na agregação do solo, influenciara drenagem e a aeração do solo, a infiltração e a retenção de água, a manutenção da temperatura no ambiente radicular e a penetração de raízes.

Em trabalhos realizados com adubação orgânica no cultivo de espécies de pitaia no Brasil foi demonstra da a vantagem da utilização desta fonte para a fertilização das plantas. Na espécie *H. undatus* adubada com esterco bovino e cama de frango ela proporcionou a produção de frutas de melhor qualidade, com teores de sólidos solúveis de 11,87 °Brix a 13,3 ºBrix (MOREIRA et al., 2012, COSTA et., 2015). No entanto, com a determinação de doses de K no cultivo da espécie H. *undatus*, os teores de sólidos solúveis variaram de15,17 °Brix a 17,67 ºBrix e de 16,8 °Brix a 21 °Brix nas frutas da *H. Polyrhizus*, além de aumentar a produtividade e o tamanho das frutas (FERNANDES, et al., 2018).

Os resultados divulgados da adubação potássica sobre a qualidade das pitaias são superiores aos já relatados nas pitaias produzidas no Brasil. O maior teor de sólidos solúveis já divulgado foi de 20 °Brix, em frutas da espécie *H. polyhrizus* cultivada em um pomar comercial, na Tailândia (WANITCHANG et al., 2010), evidenciando que entre os fatores que influenciam a qualidade das frutas está a adubação.

No estado norte-americano da Califórnia, tem sido obtido grande sucesso com a adubação à base de compostos orgânicos e estercos de origem animal, sem a necessidade de

suplementação com adubos minerais (THOMSON, 2002). Entretanto, em Taiwan, o recomendado é a combinação de esterco bovino mais fertilizante mineral a cada quatro meses, no cultivo da pitaia (ZEE et al., 2004).

Embora os estudos apontem bons resultados obtidos a partir da adubação orgânica, a utilização de matéria orgânica para suprir a necessidade nutricional das plantas nas condições brasileiras torna-se onerosa, devido à dificuldade de aquisição em algumas regiões. Dessa forma, tendo em vista a escassez de compostos orgânicos em determinadas regiões, pesquisas com adubos minerais são necessárias, por eles serem de fácil aquisição e devido à rápida disponibilidade dos nutrientes para as plantas.

Pesquisas realizadas durante a fase inicial de crescimento apontam que as espécies de pitaia, apesar de serem consideradas rústicas, por se adaptarem a diversas condições de clima e solo, necessitam de adubações equilibradas, a fim de suprir suas necessidades nutricionais, possibilitando crescimento satisfatório (CORRÊA, et al., 2014). Os nutrientes são fundamentais para a manutenção da vida vegetal, pois as plantas necessitam dos nutrientes para completar o seu ciclo. Para as espécies de pitaia, o K está entre os nutrientes mais demandados, além do Ca e N para a produção de matéria seca (MOREIRA et al., 2016).

Na fase produtiva, adubações com K melhoram a qualidade das frutas pelo fato de ele atuar no transporte de fotoassimilados para órgãos de armazenamento, como as frutas e participar da formação e da translocação de açúcares, promovendo melhorias no tamanho e na cor das frutas. A deficiência deste nutriente promove redução na taxa de crescimento (SENAPATI; SANTRA, 2009), interferindo na produtividade e na qualidade das frutas produzidas.

Dessa forma, informações relacionadas ao manejo da adubação e à nutrição mineral para o cultivo das espécies de pitaia são necessárias, para ampliação das áreas de cultivo e proporcionar a produção de frutas de boa qualidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local de instalação e condução da unidade experimental

As frutas das espécies de pitaia *Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose e *Hylocereus polyrhizus* (Web.) Britton & Rose avaliadas foram produzidas em pomar localizado na Fazenda Experimental da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), no município de Couto de Magalhães de Minas, MG, situado a 18° 04' 15" de latitude Sul e 43° 28' 15" longitude oeste, a 726 m de altitude, nos ciclos produtivos de 2015/2016 e 2016/2017.

O clima do local é Aw, segundo a classificação de Köppen, tropical de altitude, com estação seca de inverno, com temperatura média do mês mais quente de 24 °C, do mês mais frio de 18,4 °C e a média anual de 21,5 °C. A pluviosidade média anual é de 1.246 mm, com a estação seca e chuvosa bem definida.

As variações de temperatura no local de cultivo foram registradas por um termo-higrômetro digital modelo MT 240 MINIPA e os dados de precipitação coletados com a utilização de um pluviômetro, ambos instalados na área experimental, durante o período de realização da pesquisa (Figura 1).

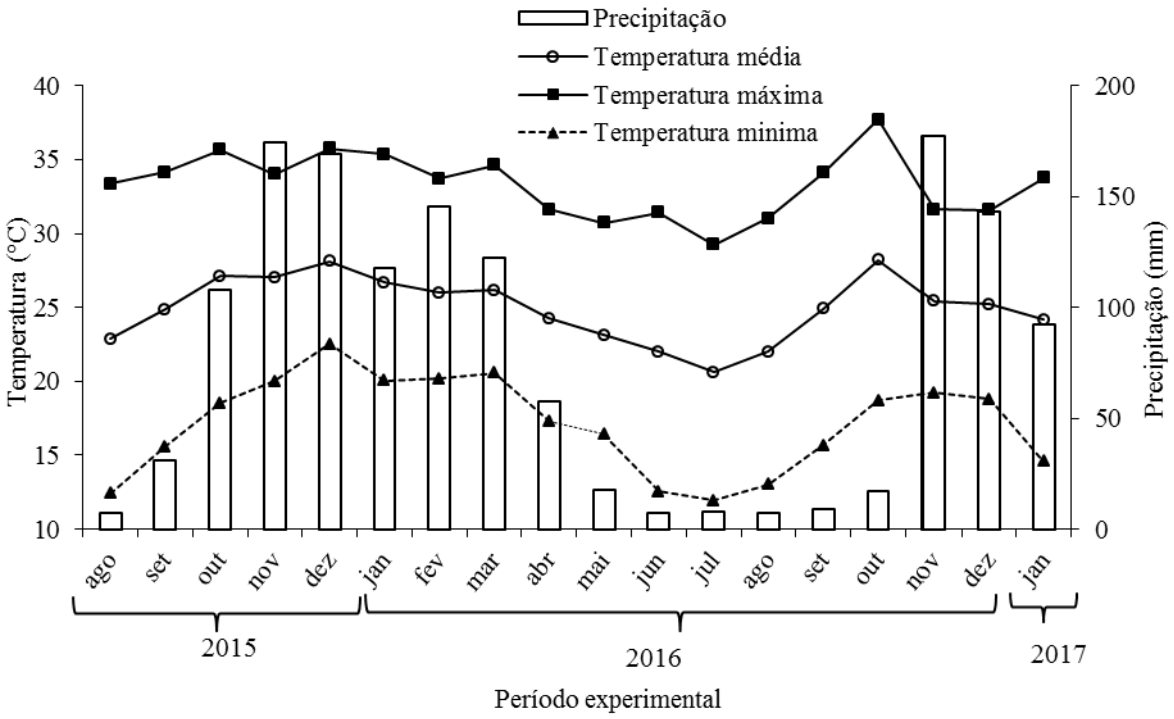

Figura 1: Valores médios mensais de temperatura máxima (°C), temperatura média (°C), temperatura mínima (°C) e precipitação (mm), em Couto de Magalhães de Minas, MG, durante o período de produção das pitaias avaliadas nesta pesquisa.

A espécie *H. undatus* produz pitaia vermelha de polpa branca e a *H. polyrhizus*, pitaia vermelha de polpa vermelha (Figura 2). O pomar destas espécies foi formado a partir de mudas de estaquia, cultivadas no espaçamento de 3 m entre plantas e 3 m linhas, com a densidade de 1.111 plantas por hectare.

Figura 2. Pitaia de polpa branca, da espécie *H. undatus* e a de polpa vermelha, da espécie *H. polyrhizus*. Foto: Arquivo pessoal

O preparo da área para o plantio foi feito com a abertura de covas de 0,5 x 0,5 x 0,5 m. A correção e a adubação do solo antes do plantio foram realizadas de acordo com o resultado da análise química, elevando-se a saturação por bases a 60%, utilizando-se calcário dolomítico. Para a adubação foramaplicados10 L de esterco de curral curtido e 54 g de P por cova. A fonte utilizada foi o superfosfato simples, que é constituído de18% de P_2O_5, 18% de Ca e 20% de S.

As plantas foram tutoradas em mourões de eucalipto de 1,8 m de altura, colocando-se, na extremidade do mourão, um caibro com 1 m de comprimento, formando um T (Figura 3). As plantas foram conduzidas em haste única até atingirem a altura de 1,8 m e, a partir desse tamanho, não foram mais podadas, no intuito de formarem as brotações produtivas, seguindo a recomendação proposta por MOREIRA et al. (2012).

Figura 3. Sistema de condução que foi utilizado para o cultivo das espécies de pitaia *H. undatus* e *H. polyrhizus*,em Couto de Magalhães de Minas, MG. Foto: Arquivo pessoal.

A irrigação das plantas foi realizada no período das adubações, mantendo-se o solo próximo à capacidade de campo. O controle de plantas daninhas foi realizado na projeção de 40 cm do caule mediante capina manual e o restante da área roçada.

Após a implantação do pomar, amostras de solo foram retiradas na profundidade de 0-20 cm, para a análise de fertilidade e a realização das adubações de crescimento e produção das plantas (Tabela 1).

Tabela 1 - Análise química do solo da área experimental nas profundidades de 0-0,2 m, em julho de 2015.

Profundidade (cm)	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H +Al
	H_2O	----- mg dm^{-3} -----		---------- $cmol_c$ dm^{-3} ----------			
0-0,2	4,12	52,3	40,7	1,27	0,7	1,13	7,06
Profundidade (m)	SB	T	T	V	M		M.O
	--------- $cmol_c dm^{-3}$------			-------- % -------		------- dag kg^{-1} -----	
0-0,2	2,43	3,5	9,4	25,6	31,9		0,4

[1]SB - Soma de bases; t - CTC efetiva; T - CTC a pH 7,0; V - Saturação de bases; m - Índice de saturação de Alumínio.

3.2 Delineamento experimental e adubações

A distribuição das plantas na área experimental foi feita em esquema fatorial 2x4, referente a duas espécies de pitaia, *H. undatus* e *H. polyrhizus* quatro doses de K_2O, sendo 0; 50; 100 e 200 g por planta, em blocos casualizados, composto por quatro blocos e três plantas úteis por parcela.

A adubação potássica foi realizada utilizando-se cloreto de potássio como fonte. A adubação foi parcelada em três vezes, durante o período produtivo, em cada safra avaliada, 3º ciclo de produção do pomar na safra 2015-2016 e 4º ciclo na safra 2016-2017, iniciando-se a partir do pré - florescimento das plantas, aos 60 e 120 dias após o início do florescimento. Nas mesmas épocas em que se realizou a adubação com N, aplicaram-se 100 g de N por planta no total, utilizando-se como fonte sulfato de amônio.

Na terceira parcela da adubação, que correspondia ao final de período de produção de cada ano, foram aplicados30 g de P, utilizando-se como fonte termofosfato magnesiano (Yoorin Master®) por planta, que é composto de 17,5% de P_2O_5; 18% de Ca; 7% de Mg; 0,1% de B; 0,08% de Cu; 0,3% de Mn; 10% de Si e 0,55% de Zn.

3.3 Avaliações

3.3.1 Produtividade

As colheitas foram realizadas quando as frutas apresentaram a coloração da casca completamente vermelha, com o auxílio de uma tesoura de poda. As frutas foram encaminhadas ao laboratório de fruticultura da UFVJM, para a avaliação da produtividade e a realização das análises de qualidade, composição centesimal e exportação de nutrientes.

A determinação da produtividade foi realizada no 3° e no 4° ciclo de produção do pomar, a partir da massa das frutas colhidas por planta durante todo o período de colheita e a densidade de plantio na área.

3.3.2 Características físico-químicas das frutas

As características físico-químicas das frutas determinadas foram relacionadas ao diâmetro longitudinal e ao diâmetro transversal e à massa, para avaliação do tamanho das pitaias, e ao teor de sólidos solúveis (SS), à acidez titulável (AT), aos açúcares e à relação SS/AT. A avaliação foi realizada em amostras representativas das pitaias retiradas de cada parcela das plantas que receberam as diferentes doses de K, sendo representadas por 40 frutas de todos os calibres.

Tamanho das frutas

Todas as pitaias colhidas foram contadas e pesadas em balança analítica eletrônica, com precisão de 0,001 g, para divisão da massa pelo número e os diâmetros longitudinal e transversal determinados em milímetros, utilizando-se um paquímetro digital da marca e modelo Caliper Within 300 mm®, com precisão de 0,01 mm.

Sólidos solúveis

Os teores de sólidos solúveis foram determinados por meio de refratometria, em porções da polpa retiradas das amostras selecionadas, utilizando-se de um refratômetro digital expresso em ° Brix.

Acidez titulável

Para a análise da acidez titulável nas amostras selecionadas, foram retiradas porções da polpa das frutas para triturar em um mixer. Acidez titulável foi determinada segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008), a qual se baseia na neutralização dos ácidos presentes na fruta com uma solução padronizada de álcali por meio da titulometria. As amostras foram preparadas em Erlenmeyer de 125 mL contendo 2 mL da polpa, adicionada de

19 mL de água e três gotas de fenolftaleína. Após homogeneização, a solução foi titulada com solução de hidróxido de sódio 0,1 mol L^{-1} padronizada com o auxílio de uma bureta, até o ponto de virada, coloração rósea persistente. O volume de NaOH utilizado foi anotado e o resultado de acidez foi calculado conforme equação abaixo e expresso em g de ácido málico por 100 mL de polpa.

AT % de ácido málico = ((V x M x F x mEq) / P) x 100,em que

V = volume da solução de hidróxido de sódio gasto na titulação em mL;

M = molaridade da solução de hidróxido de sódio;

F = fator de correção da solução de hidróxido de sódio;

mEq = miliequivalente do ácido málico = 0,06404;

P = peso ou volume da amostra.

Açúcares solúveis totais

A determinação dos açúcares foi realizada de acordo com a metodologia adaptada por McCready (1950). Para isso, foram pesados, em eppendorf, 0,2 g de amostra seca e triturada. A seguir, adicionaram-se 1,5 mL de álcool 80% para a extração do AST, levou-se em banho-maria por 15 minutos e centrifugou-se, a 10.000 rpm, por 10 minutos. O sobrenadante foi retirado e armazenado em balão volumétrico de 10 mL. O procedimento foi repetido por mais três vezes, para, então, fazer o ajuste de volume com água destilada.

A quantificação dos teores de açúcares foi realizada pela reação de antrona. Para tanto foram coletadas alíquotas de 0,1 a 1,0 mL dos extratos em tubos Falcon, as quais foram completadas para 1 mL com água destilada e adicionadas de 5mL do reagente de antrona. Os tubos foram, então, agitados por dois minutos e transferidos para banho-maria em ebulição por 10 minutos. Posteriormente, os tubos foram resfriados em banho de gelo, até a temperatura ambiente, realizando-se leitura em espectrofotômetro, a 620 nm. A curva padrão para determinação espectrofotométrica dos teores de açúcares é para D-glicose, nas concentrações de 0, 20, 40, 60, 80, 100 mg e 1,0 mL de água destilada, sendo o resultado multiplicado pelo fator 0,9.

A solução de antrona foi preparada na concentração de 0,1% em solução de ácido sulfúrico 76%.

Relação SS/AT

A relação entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável foi calculada a partir dos resultados dos teores de sólidos solúveis e da acidez titulável.

3.3.3 Composição centesimal

Preparo e secagem das amostras

As análises de lipídeos, fibras e poteínas foram realizadas em amostras secas. Para isso, nas amostras da polpa retiradas das pitaias colhidas nas plantas submetidas às adubações testadas procedeu-se à secagem.As amostras foram colocadas em placa de Petri e levadas para estufa de circulação forçada de ar, à temperatura de 65 ºC, até atingirem massa constante. Posteriormente, a polpa seca foi armazenada em potes plásticos. Todas as análises foram realizadas em triplicada.

Umidade

O teor de umidade foi determinado a partir de 5,0 g da amostra da polpa de pitaia em placas de Petri previamente desumidificadas e pesadas. Em seguida, as amostras foram mantidas em estufa, a 65°C e retiradas para esfriar até temperatura ambiente, em dessecador. Após esfriar, repetiu-se o processo até que a amostra apresentasse massa constante. O resultado foi expresso em g $100g^{-1}$ (IAL, 2008). A fórmula utilizada para calcular do teor de umidade foi a seguinte:

Umidade = ((Pmf – Pms)/ Pmf) x 100;

Umidade = teor de água na polpa;

Pmf = peso da amostra úmida em gramas;

Pms = massa da amostra seca em gramas;

Cinzas

Os teores de cinzas, resíduo mineral fixo, foram determinados por incineração em mufla, a 550 ºC (IAL, 2008). Amostras de 5,0 g foram pesadas em cadinhos de porcelana previamente calcinados em mufla, a 550 ºC e pesadas. As amostras foram carbonizadas no calor do fogão para, posteriormente, serem levadas à mufla, a 550 ºC, para incineração, até que a carbonização da matéria orgânica fosse completa, o que é indicado pela coloração branca ou cinza-clara das amostras. O material foi resfriado em dessecador e pesado. Os resultados foram expressos em g $100g^{-1}$ de matéria íntegra e calculados de acordo com a fórmula abaixo:

C = P/A x 100;

C = teor de cinzas (%);

P = massa das cinzas (g);

A = massa da amostra utilizada (g).

Lipídeos

Para a determinação dos teores de lipídeos realizou-se a pesagem de 1,0 g de amostra em cartucho de papel de filtro que foi transferido para o aparelho extrato de Soxhlet. Os lipídeos foram extraídos com éter etílico, durante, aproximadamente, 8 horas e coletados em balão de fundo chato, previamente desumidificado e pesado, que foi levado à estufa até a completa evaporação do éter, resfriado em dessecador e, então, pesado para calcular o teor de lipídeos da amostra (IAL, 2008). Os resultados foram expressos em g $100g^{-1}$ de amostra íntegra. A determinação foi realizada segundo a fórmula a seguir.

LIP = P / A x 100;
LIP = teor de lipídeos ou extrato etéreo (%);
P = massa da amostra extraída após a evaporação do éter (g);
A = massa da amostra inicial (g).

Proteínas

A análise foi realizada a partir de pesagem de 1,0g da amostra em papel vegetal e transferida para o tubo de Kjeldahl (papel + amostra). Foram adicionados 0,3g de sulfato de cobre anidro, 0,6g de sulfato de potássio e 5 mL de ácido sulfúrico. Em seguida, a amostra foi submetida à digestão até a obtenção um líquido claro. A seguir, foi realizada a destilação. O sal formado após a destilação foi titulado com HCl 0,2N, com fator conhecido, determinando-se, assim, a quantidade de amônia que reagiu com ácido bórico (IAL, 2008). Os resultados foram expressos em g $100g^{-1}$ de material íntegro. A determinação foi feita de acordo com a seguinte fórmula:

P= (HCl x N x F x 0,014x 6,25 / P) x 100;
P = Proteína (%);
HCl = volume da titulação com HCl (mL);
N = Normalidade do HCl;
F = fator de correção para o ácido clorídrico;
P = Peso da amostra.

Fibra Bruta

Os teores de fibra bruta foram determinados de acordo com as normas do Instituto Adolph Lutz (2008), utilizando-se 0,5g da amostra que foi adicionada ao tubo digestor. A seguir, adicionaram-se 17,5 mL de ácido acético 70%, 0,5g de ácido tricloroacético e 1,2 mL de ácido nítrico, seguidos de digestão em sistema de refluxo, por 60 minutos, a contar a partir da ebulição. Em seguida, o material foi filtrado em cadinho de filtro sinterisado contendo lã de vidro, previamente desumidificado e pesado. As amostras foram lavadas com água destilada quente até a retirada total da acidez. Os cadinhos foram levados à estufa para secagem, até peso constante. Os resultados foram expressos em $g100g^{-1}$ e calculados de acordo com a seguinte fórmula:

FB = F / P x 100;
FB = Teor de fibra (%);
F = massa da fibra (g);
P = massa da amostra (g).

Carboidratos

Os carboidratos foram estimados pela diferença da porcentagem de água, proteínas, lipídeos e cinzas, subtraída de 100 (BRASIL, 2003).

Energia

A energia (kcal $100g^{-1}$) foi calculada por meio da fórmula
Energia: (% proteína + % carboidrato) x4 + (% lipídeos) x9 (BRASIL, 2003).

3.3.4 Exportação de nutriente minerais pelas frutas

Para determinar a exportação de nutrientes pelas frutas, realizou-se a avaliação dos teores de nutrientes em amostras da polpa seca das pitaias.A secagem foi realizada colocando-se as placas de Petri com as amostrasem estufa de circulação de ar forçada, à temperatura de 65 ºC, até atingir massa constante.

As amostras de matéria seca da polpa foram submetidas à digestão nítrico-perclórica para a determinação dos teores de fósforo (P), enxofre (S) e boro (B), por colorimetria e potássio (K), por fotometria de chama. O nitrogênio (N) total foi determinado pelo método Kjeldhal, após digestão sulfúrica. Os teores de cálcio (Ca), magnésio (Mg), zinco

(Zn), ferro (Fe), cobre (Cu) e manganês (Mn) foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (MALAVOLTA, 1997).

A exportação de nutrientes foi calculada com base nos teores de nutrientes minerais e na matéria seca das frutas, considerando a produtividade alcançada pelas plantas em função da adubação potássica.

3.3.5 Análise estatística dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as variáveis com diferenças significativas entre as doses de K_2O testadas foram submetidas à análise de regressão, considerando-se 5% de probabilidade de erro, pelo teste "t". Para as variáveis que apresentaram diferenças significativas entre as doses de K optou-se pelo desdobramento da interação, independente de ter sido significativa, considerando as diferenças genéticas entre as espécies e com o objetivo de avaliar os resultados em função da adubação potássica.

Para os dados de caracterização físico-química e composição centesimal, massa, diâmetro transversal, diâmetro longitudinal, acidez titulável, teores de sólidos solúveis, açúcares, proteínas, lipídeos, fibras, cinzas, umidade, carboidratos e matéria seca foram submetidos à análise variância multivariada por meio da variável canônica (HAIR et al., 2009),para análise conjunta das doses de K, nas duas espécies de pitaia e nas duas safras avaliadas. Com a variável canônica de maior autovalor obtiveram-se os escores a partir do vetor observação de cada unidade experimental das variáveis avaliadas, reduzindo-o para um único valor a melhor dose de K. As equações de regressão linear foram ajustadas para os escores médios da variável canônica em função das doses de K. A partir da equação obtida estimou-se a dose de K para o maior valor da variável canônica que foi utilizada nas equações de regressão da caracterização físico-química e composição centesimal das pitaias.

Para os dados de exportação de nutrientes, a dose de K utilizada nas equações de regressão para o cálculo do valor máximo exportado foi a que proporcionou maior produtividade de frutas, nas duas safras avaliadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância multivariada mostraram diferenças entre as doses de K para as variáveis de qualidade e composição centesimal das pitaias ($p < 0,01$) (Tabela 2). O resultado da variável canônica (VC) pelo modelo multivariado apresentou variação total de 83%, valor adequado para estudos que utilizam esta técnica (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios das variáveis de qualidade e composição centesimal das pitaias, resultantes da análise de variância e a variável canônica (VC),em função das doses de K_2O.

Variável	Doses de K_2O (g $cova^{-1}$)			
	0	50	100	200
Massa (g)	146,85	178,05	190,69	196,39
Diâmetro transversal (mm)	59,53	70,48	74,47	70,72
Diâmetro longitudinal (mm)	61,40	70,37	74,14	72,55
Sólidos solúveis (°Brix)	18,02	19,03	19,48	18,56
Acidez titulável (%)	0,30	0,28	0,27	0,28
Açúcares (%)	7,24	7,55	8,57	8,69
Relação SS/AT	72,14	80,65	86,64	80,71
Proteínas (%)	1,00	0,99	0,87	0,99
Lipídeos (%)	1,54	1,13	1,20	1,33
Fibras (%)	2,39	2,37	3,22	3,09
Cinzas (%)	0,39	0,50	0,56	0,63
Umidade (%)	86,97	85,18	84,42	83,66
Carboidratos (%)	10,27	12,37	12,93	13,42
Matéria seca (%)	13,20	14,95	15,5	15,99
Variável canônica (VC)[1/]	2,37	2,48	2,58	2,56

[1/] VC = 0,01083612*proteína - 0,02334588*lipídeos + 0,06523551*fibras + 0,73489504*cinzas+ 0,01667250*umidade + 0,00761084*carboidratos - 0,01376635*açúcares - 0,00032907*massa média inteira+ 0,00593143*diâmetro transversal - 0,00224888*diâmetro longitudinal + 0,01588613*Sólidos solúveis + 0,21979416*Acidez + 0,00199253*relação SS/AT - 0,01062828*massa seca com autovalor = 83%

A equação de regressão foi ajustada para o escore da variável canônica para os dois ciclos produtivos. A equação quadrática foi a que melhor explicou a variação da variável canônica em função das doses de K_2O, para as variáveis de qualidade e composição centesimal das pitaias (Figura 4). De acordo com o modelo ajustado, a dose de K_2Oque proporciona a produção de frutas de melhor qualidade e composição centesimal é de 144 g de K_2O por planta.

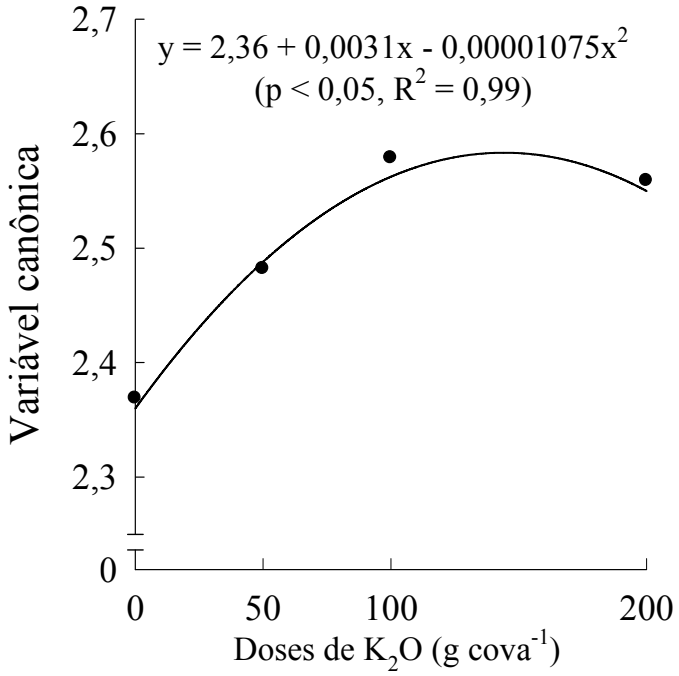

Figura 4. Escore da variável canônica da análise multivariada em função das doses de K_2O para as variáveis de qualidade e composição centesimal das pitaias, nas safras 2015/2016 e 2016/2017.

Os resultados mostram que a adubação potássica aumentou o tamanho das frutas e os teores de fibras, cinzas e carboidratos (Tabela 2), corroborando o que vem sendo relatado em resultados da aplicação K em outras espécies, ou seja, que este nutriente é importante na produção de frutas de boa qualidade. Em outras espécies frutíferas a ação do K no incremento do tamanho das frutas não é exatamente conhecida, mas admite-se que ele participe das atividades metabólicas relativas à síntese e ao transporte de carboidratos e água para as frutas, resultando no aumento da massa das frutas (AULAR; NATALE, 2013). Para a pitaia, o aumento no tamanho foi observado por três safras consecutivas, com o aumento de produtividade do pomar, em função do aumento das doses de K fornecida às plantas, evidenciando a ação do K sobre o ganho de massa (FERNANDES et al., 2018).

A melhoria na composição das frutas com a disponibilidade de K ocorre porque este nutriente participa de processos metabólicos, como síntese de proteínas e açúcares, sendo o responsável pelo transporte de açúcares e carboidratos para as frutas. Além disso, plantas supridas de forma adequada com K produzem frutas com maiores propriedades nutricionais, como os teores de proteínas, óleos e vitaminas e sabor (SENAPATI; SANTRA, 2009; IPI,

2013). No entanto, sobre pitaias não há estudos correlacionando a adubação das plantas à composição das frutas, sendo os resultados desta pesquisa pioneiros no Brasil.

4.1 Caracterização físico-química das frutas

Em relação ao tamanho das frutas, foi observado aumento na massa e nos diâmetros das pitaias produzidas pela espécie *H. undatus*, com maior disponibilidade de potássio para as plantas (Tabela 3).

Tabela 3 - Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2) para massa média de fruta inteira, diâmetro transversal, diâmetro longitudinal, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), açúcares totais e a relação SS/AT, em função das doses de K_2O em pitaias da espécie *Hylocereus undatus*, nos ciclos produtivos de 2015/16 e 2016/17.

Variáveis	Equação	R^2	Valor máximo
	Ciclo 2015/16		
Massa (g)	$\hat{Y}$= 165,3 + 0,181571x**	94,5	191,4
Diâmetro transversal (mm)	$\hat{Y}$ = 58,759 + 0,069104x**	85,4	68,7
Diâmetro longitudinal (mm)	$\hat{Y}$ = 62,7245 + 0,107791x**	96,2	78,2
Sólidos solúveis (ºBrix)	$\hat{Y}$ = 16,34+ 0,009586x*	88,1	17,7
Acidez titulável (%)	$\hat{Y}$ = 0,51^{ns}	-	0,51
Açúcares totais (g 100 g-¹)	$\hat{Y}$ = 5,407 + 0,006977x*	94,5	6,4
Relação SS/AT	$\hat{Y}$ = 34,41^{ns}	-	34,4
Produtividade (t ha-¹)	$\hat{Y}$ = 5,6545 + 0,01536x**	84,5	8,7
	Ciclo 2016/17		
Massa (g)	$\hat{Y}$ =136,6235 + 0,463703x**	92,1	203,4
Diâmetro transversal (mm)	$\hat{Y}$= 60,7075 + 0,092779x**	79,8	74,1
Diâmetro longitudinal (mm)	$\hat{Y}$= 61,9605 + 0,045194x**	81,5	68,5
Sólidos solúveis (ºBrix)	$\hat{Y}$ = 16,7084 +0,0258x - 0,00013x²*	99,1	17,7
Acidez titulável (%)	$\hat{Y}$ = 0,2375 – 0,000286x**	75,8	0,19
Açúcares totais (g 100 g-¹)	$\hat{Y}$= 7,454 + 0,01017x**	93,5	8,9
Relação SS/AT	$\hat{Y}$= 81,77^{ns}	-	81,8
Produtividade (t ha-¹)	$\hat{Y}$ = 1,215 + 0,079x –0,00025x²**	95,5	7,5

** = significativo, a 1%; *= significativo, a 5% e ns = não significativo, pelo teste 't'

Os valores máximos para as variáveis físico-químicas das frutas (Tabelas 3 e 4) foram calculados a partir da dose de 144 g de K_2O por planta, que foi determinada a partir de todas as variáveis avaliadas na composição das frutas (Figura 4). No entanto, observa-se que, na espécie *H. undatus*, a maioria das variáveis apresentou melhores resultados nas plantas que foram adubadas com a dose de 200 g de K_2O (Tabela 3). Isso pode ser atribuído ao vigor vegetativo desta espécie, que supera o de *H. polyrhizus*, com a emissão de maior número e tamanho de cladódios, o que, possivelmente, aumenta a demanda por nutrientes.

Os resultados observados em relação ao tamanho das frutas mostram incrementos de massa e dos diâmetros nas pitaias das duas espécies, nas duas safras avaliadas (Tabelas 3 e 4). Vale destacar que a massa é uma das variáveis importantes para classificar as frutas para a comercialização, comparando-se com o tamanho observado nas frutas das plantas que não receberam adubação potássica massas, variando de 136 a 165 g, enquanto as frutas produzidas pelas plantas adubadas com 144 g de K_2O apresentaram massas de 191 a 203, representando incrementos de 17% e 36% (Tabela 3). Nas frutas da espécie *H. polyrhizus*, a adubação com 144g de K_2O por planta proporcionou a produção de frutas com diâmetro transversal de 71,48mm e 78,5 mm e diâmetro longitudinal de 81,72 mm e 78,5 mm, e massa das frutas de 195 g a 200 g, 25% superior à de frutas das plantas que não foram adubadas com K (Tabela 4).

Isso é interessante para a comercialização, tendo em vista a classificação das frutas para a comercialização pelo padrão internacional. As pitaias produzidas com a adubação potássica estão na classe B da tabela de tamanho, enquanto as frutas das plantas sem adubação estão na classe A (CODEX STAN 237-2003), ou seja, podem alcançar melhores preços no mercado, considerando-se esta característica associada às demais variáveis externas que são responsáveis pela qualidade final.

Além disso, vale destacar que, além do melhor padrão alcançado em relação ao tamanho, com a adubação potássica também foi colhida maior quantidade de frutas por planta, ou seja, maior quantidade de frutas com melhor padrão para comercialização. Isso é importante porque o tamanho é uma das variáveis que são diretamente ligadas à produtividade. Isso pode ser observado nos resultados dos ciclos 2015/16 e 2016/17, principalmente na *H. undatus* (Tabela 3), que é uma espécie que apresenta maior crescimento vegetativo, em que o tamanho variou nas duas safras avaliadas, em função da produtividade alcançada.

Tabela 4 - Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2) para massa média de fruta inteira, diâmetro transversal, diâmetro longitudinal, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT), açúcares totais e a relação SS/AT, em função das doses de K_2O em pitaias da espécie *Hylocereus polyrhizus*, nos ciclos produtivos de 2015/16 e 2016/17.

Variáveis	Equação	R^2	Valor máximo
	Ciclo 2015/16		
Massa (g)	$\hat{Y}= 157,3841 + 0,6382x - 0,00259x^{2**}$	86,3	195,7
Diâmetro transversal (mm)	$\hat{Y}=71,7115+ 0,202x – 0,0011x^{2**}$	98,8	78,48
Diâmetro longitudinal (mm)	$\hat{Y}= 69,6778 + 0,282123x – 0,0014x^{2**}$	99,99	84,11
Sólidos solúveis (ºBrix)	$\hat{Y}= 19,77+ 0,0393x – 0,000167x^{2**}$	99,81	22,1
Acidez titulável (%)	$\hat{Y}= 0,24^{ns}$	-	0,24
Açúcares totais (%)	$\hat{Y}= 6,4205 + 0,007423x$	91,24	7,48
Relação SS/AT	$\hat{Y}= 88,28$	-	88,3
Produtividade (t ha-^{1})	$\hat{Y} = 6,347 + 0,007541x$	97,70	7,9
	Ciclo 2016/17		
Massa (g)	$\hat{Y}= 137,67121 + 1,11955x -0,00476x^{2**}$	97,1	200,8
Diâmetro transversal (mm)	$\hat{Y} = 52,985 + 0,364x – 0,0013x^{2**}$	91,7	78,5
Diâmetro longitudinal (mm)	$\hat{Y}= 54,085 + 0,3043x – 0,0012x^{**}$	91,7	78,5
Sólidos solúveis (ºBrix)	$\hat{Y} = 18,901+ 0,0224x – 0,000102x^{*}$	97,8	20,0
Acidez titulável (%)	$Y= 0,18^{ns}$	-	0,18
Açúcares totais (%)	$\hat{Y}= 9,1411 + 0,0401x – 0,00016x^{2**}$	90,2	11,6
Relação SS/AT	$\hat{Y} = 99,9199 + 0,4504x - 0,00187x^{2*}$	79,9	126
Produtividade (t ha-^{1})	$\hat{Y} = 2,1105 + 0,02913x^{**}$	81,38	7,9

** = significativo, a 1%; *= significativo, a 5% e ns = não significativo, pelo teste 't'

As características relacionadas ao tamanho da fruta são atributos importantes na escolha pelo consumidor. No entanto, elas são específicas das espécies e podem sofrer influência do manejo adotado no pomar, principalmente relacionado à adubação, às condições edafoclimáticas, à idade do pomar e à produtividade alcançada. Em função destes fatores, tem sido relatado, nas condições brasileiras, que a massa fresca das frutas das espécies *H. undatus* e *H. polyrhizus* tem variado de 161 g a411 g (MOREIRA et al., 2011; CORDEIRO et al., 2015; FERNANDES et al., 2018), podendo alcançar entre 752,5 g e 636,2 g em acessos de *H. undatus* mantidos em coleção (LIMA et al., 2014). No entanto, os maiores tamanhos são

relatados em pomares em que a produtividade foi baixa ou em frutas que foram colhidas em plantas jovens e o número de frutas por planta não representa o cultivo de um pomar comercial.

As diferenças obtidas para tamanho das frutas provenientes das plantas submetidas a diferentes doses de K_2O apontam resposta à adubação potássica, colaborando para melhorar a sua qualidade, considerando que o tamanho é uma das características mais importantes no momento da comercialização, pois as frutas maiores são as que obtêm os melhores preços. O aumento no tamanho das frutas da espécie *H. polyrhizus* com a adubação potássica, na Malásia, proporcionou maior quantidade de frutas classificadas na classe F, de acordo com a classificação da Codex Stan 237-2003, com massa em torno de 450 g por fruta (THEN, 2013).

Os incrementos de massa e diâmetros observados nas frutas com o aumento das doses de K_2O evidenciam a contribuição do K para melhorar a qualidade de frutas, pois ele promove o transporte de fotoassimilados para órgãos de armazenamento, como as frutas e participa da formação e da translocação de açúcares e carboidratos (SENAPATI; SANTRA, 2009).

Os resultados observados em relação ao tamanho das frutas, neste trabalho, com a dose de 144g de K_2O por planta, são semelhantes aos relatados por Fernandes et al. (2018), que observaram aumento do tamanho e da massa das frutas de *H. undatus* adubadas com doses de K_2O entre 124,3 g, 132,8 g e 200 g de K_2O por planta e de *H. polyrhizus* com126,6 g, 137,4 g e 200 g de K_2O por planta.

Em relação às características químicas avaliadas, as frutas de *H. undatus* fertilizadas com K apresentaram diferenças em relação aos sólidos solúveis e açúcares totais e acidez titulável (Tabela 3), considerando a dose de 144 g de K_2O por planta foi a que produziu frutas de melhor qualidade, com teores de sólidos solúveis de 17,7 °Brix e 6,4% a 8,9% de açúcares, enquanto nas frutas das plantas não adubadas os valores de sólidos solúveis observados variaram de 16,34 °Brix a 16,7 °Brix e 5,4% a 7,4% de açúcares, nos dois ciclos avaliados e redução da acidez de 0,23% para 0,18%.Nas frutas da espécie *H. polyrhizus* adubadas com a dose de 144 g de K_2O,os teores de sólidos solúveis chegaram a 22,1 °Brix e 20,2 °Brix, e 7,4% e 11,6% de açúcares, e a acidez variou de 0,24% a 0,17% (Tabela 4), nos ciclos produtivos de 2015/16 e 2016/17, respectivamente.

Os resultados observados no presente trabalho apontam que a adubação potássica melhorou as variáveis de qualidade das frutas produzidas pelas espécies de pitaia. Isso porque o teor de sólidos solúveis tem sido associado à quantidade de açúcares existente na fruta e, por

isso, é uma característica desejável, pois quanto maior o teor na fruta, maior é aceitação pelos consumidores. Além da influência da adubação, é possível observar que houve variação nestas variáveis em função da época de colheita nas safras avaliadas, o que pode ser atribuído à incidência de chuvas e às temperaturas quando as amostras foram colhidas, pois o período de produção das espécies no local de cultivo coincide com o período chuvoso (Figura 1). Assim, dependendo do volume de chuvas nos dias que antecedem as colheitas, ocorre diluição dos açúcares solúveis nas frutas, refletindo diretamente nessas variáveis. Durante o ciclo de 2015/16 houve maior concentração de chuvas no período de formação, crescimento e colheita das frutas, assim como as variações de temperatura entre os ciclos.

Os resultados observados neste trabalho são superiores aos que têm sido divulgados em frutas da espécie *H. undatus* cultivadas no Brasil. Os teores de sólidos solúveis relatados por diversos autores variam de 10,83 °Brix a 13,5 °Brix (ABREU et al., 2012; JERÔNIMO et al., 2015, MOREIRA et al., 2012, DUARTE et al., 2017) e para as frutas da espécie *H. polyrhizus*, 11 °Brix a 13 °Brix (ABREU et al., 2012; CORDEIRO 2015), utilizando fontes orgânicas para a adubação do pomar.

O maior teor de sólidos solúveis já divulgado para pitaia foi de 20 °Brix, em frutas da espécie *H. polyhrizus* cultivada em um pomar comercial, na Tailândia, mas, sem informar o manejo da adubação realizado (WANITCHANG et al., 2010). De acordo com estes autores, frutas com leitura superior a 12 ºBrix ou 13 ºBrix apresentam melhor aceitação para o consumo. Dessa forma, os resultados obtidos neste trabalho evidenciam que pomares com manejo da adubação podem produzir frutas de melhor qualidade, se igualando às frutas produzidas em países produtores e com possibilidade de alcançar boa aceitação no mercado consumidor.

A aceitação de frutas com maiores teores de açúcares ocorre porque os açúcares solúveis são os responsáveis pela doçura e o sabor das frutas, constituindo a maior parte dos sólidos solúveis em forma de glicose, frutose e sacarose (CORDEIRO et al., 2015). Na pitaia, o teor de açúcares aumenta durante o seu desenvolvimento, podendo alcançar de 7% a 9% (NERD et al., 2002; OSORIO et al., 2013), sendo a maior quantidade de glicose, frutose (LE BELLEC, 2006) e a sacarose em menor quantidade (WALL; KHAN, 2008). No presente trabalho, os teores foram semelhantes, de 6,4% a 11,6%,observados nas pitaias colhidas em plantas fertilizadas com K.

A melhoria da qualidade das frutas com o fornecimento de K pode ser relacionada à ativação enzimática que é essencial para a produção e a redistribuição de açúcares para órgãos de reserva, como as frutas (IPI, 2013).

Em relação à acidez, os valores observados variaram de 0,51% a 0,19%, nas frutas de *H. undatus* e de 0,24% a 0,17%, nas frutas de *H. polyrhizus*, nas duas safras avaliadas, o que, provavelmente, influenciou a relação SS/AT, que variou de 34,4 e 81,7, nas frutas de *H. undatus* e de 88,3 a 123,nas frutas de *H. polyrhizus* (Tabelas 3 e 4).

A baixa acidez é uma característica das pitaias, o que as torna frutas de sabor suave. Os resultados divulgados variam de 0,07% a 0,51% (MOREIRA et al., 2011; LIMA et al., 2013; ABREU et al., 2012; CORDEIRO et al., 2015; FERNANDES et al., 2018). A variação na acidez pode estar relacionada ao estágio de maturação no momento da colheita (ORTIZ; TAKAHASHI, 2015) e ao tempo e às condições de armazenamento, podendo reduzir rapidamente em função dos processos metabólicos e fisiológicos (BRUNINI; CARDOSO, 2011; DUARTE et al., 2017) que são utilizados como substrato para a respiração. Além disso, as condições climáticas podem influenciar esta variável, pois a ocorrência de chuvas pode causar a diluição de ácidos orgânicos nas frutas.

Dessa forma, a mudança da relação SS/AT nas pitaias, na maioria das vezes, é causada pela redução drástica da acidez, de forma que a alta relação SS/AT nem sempre indica teores satisfatorios de sólidos solúveis (OSUNA ENCISO et al., 2011). Alguns autores consideram o valor ideal da relação SS/ATem pitaias de, aproximadamente, 40, que ocorre em frutas maduras com 0,4% de acidez (TO et al., 2002).

O aumento nos teores de sólidos solúveis e a redução na acidez contribuem para aumentar a relação SS/AT nas frutas e a aceitação pelos consumidores. Considerando esta variável, merecem destaque as pitaias produzidas pela espécie*H. polyrhizus*, que apresentam relação alta, mais que o dobro do valor considerado ideal, entre 88,1 e 123, indicando que as frutas desta espécie apresentam sabor mais atrativo em relação às de *H. undatus*.

As frutas com altos teores de sólidos solúveis podem ser utilizadas para consumo ao natural, ou seja, ser destinadas ao mercado de mesa ou para a industrialização, por propiciarem maior rendimento no processamento. Assim, a adubação potássica permite a produção de frutas com maior teor de sólidos solúveis e relação SS/AT, e as frutas podem ser consumidas ao natural ou utilizadas na fabricação de doces, geleias e sorvetes.

A variação entre os ciclos produtivos avaliados, relacionada às variáveis químicas, pode ter ocorrido também em função da época de colheita das frutas, pois é provável que as avaliações tenham sido realizadas em frutas que se encontravam em estágio de maturação variável, tendo em vista que o método para determinar o ponto de colheita é a mudança de cor da casca. Dessa forma, o número de dias entre a antese e a colheita pode ser variável, o qual, nas condições brasileiras, tem sido de 30 a 43 dias, dependendo das condições climáticas do

local de cultivo (MARQUES et al., 2011, SILVA et al., 2015; ORTIZ; TAKAHASHI; 2015),e a permanência das frutas na planta pode aumentar na concentração das variáveis químicas.

4.2 Composição centesimal

Em relação aos teores de proteína e lipídeos não foram observadas diferenças nas frutas em função da adubação, nas safras avaliadas (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5 -Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2) para os teores de proteína, lipídeos, fibras, cinzas, carboidratos, umidade, matéria seca (g $100g^{-1}$) e energia (kcal), em função das doses de K_2O em pitaias da espécie *Hylocereus undatus*, nos ciclos produtivos de 2015/16 e 2016/17.

Variáveis	Equação	R^2	Valor máximo
	Ciclo 2015/16		
Proteína	$\hat{Y} = 1,2137^{ns}$	-	1,21
Lipídeos	$\hat{Y} = 1,1356^{ns}$	-	1,13
Fibras	$\hat{Y} = 2,2635 + 0,007139x^{**}$	92	3,29
Cinzas	$\hat{Y} = 0,5 + 0,001293x^{**}$	94	0,68
Carboidratos	$\hat{Y} = 10,403 + 0,009144x^{**}$	87	11,71
Energia	$\hat{Y}= 60,17$	-	60,17
Umidade	$\hat{Y}= 86,509 – 0,006674x^{*}$	75	85,54
Matéria seca	$\hat{Y} = 13,441 + 0,006974x^{**}$	95	14,44
	Ciclo 2016/17		
Proteína	$\hat{Y} = 1,05^{ns}$	-	1,05
Lipídeos	$\hat{Y}= 1,33^{ns}$	-	1,33
Fibras	$\hat{Y} = 3,0185 + 0,003889x^{**}$	83	3,57
Cinzas	$\hat{Y} = 0,35201 + 0,001409x^{**}$	84	0,55
Carboidratos	$\hat{Y} = 10,061 + 0,0711x\ 0,00028x^{2**}$	94	14,49
Energia	$\hat{Y}=60,706 + 0,0668x^{**}$	94	70,32
Umidade	$\hat{Y}= 85,9665 – 0,023010x^{**}$	76	82,65
Matéria seca	$\hat{Y} = 12,985+ 0,0658x – 0,00025x^{**2}$	99	17,27

** = significativo, a 1%; *= significativo, a 5% e ns = não significativo, pelo teste 't'

A produção de proteínas na planta depende do N que é transportado das raízes para a parte aérea e o K auxilia nesse transporte, pois ele determina o balanço de sais e água na planta. Por isso é importante realizar um balanço na disponibilidade destes nutrientes. No pomar onde foram colhidas as pitaias avaliadas neste trabalho, possivelmente, a disponibilidade de N para as plantas foi inferior à da quantidade de K. Dessa forma, provavelmente, por essa razão o aumento das doses de potássio não interferiu no teor de proteína. Entretanto, estes resultados mostram a importância do manejo da adubação na composição das frutas. Contudo, os valores observados são semelhantes aos relatados na literatura, de 0,87g-¹ e 2,27 g 100g-¹, para pitaia *H. undatus* e *H. polyrhizus*, respectivamente (ABREU et al., 2012;SATO et al., 2014; JERÔNIMO et al., 2015).

Tabela 6 - Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2) para os teores de proteína, lipídeos, fibras, cinzas, carboidratos, umidade, matéria seca (g $100g^{-1}$) e energia (kcal), em função das doses de K_2O, em pitaias da espécie *Hylocereus polyrhizus*, nos ciclos de 2015/16 e 2016/17.

Componentes	Equação	R^2	Valor máximo
	Ciclo 2015/16		
Proteína	$\hat{Y} = 0,86^{ns}$	-	0,86
Lipídeos	$Y= 1,11^{ns}$	-	1,11
Fibras	$\hat{Y} = 1,5415 + 0,004929x^{**}$	96	2,25
Cinzas	$\hat{Y} = 0,4905 + 0,000766x^{**}$	91	0,60
Carboidratos	$\hat{Y} = 12,3055 + 0,008023x^{**}$	92	13,46
Energia	$\hat{Y}=57,3867 + 0,2495x - 0,001x^{2**}$	99	72,57
Umidade	$\hat{Y}= 85,621 – 0,015111x^{**}$	95	83,44
Matéria seca	$\hat{Y} = 13,269 + 0,015611x^{**}$	94	15,51
	Ciclo 2016/17		
Proteína	$\hat{Y} = 0,71^{ns}$	-	0,71
Lipídeos	$\hat{Y}= 1,55^{ns}$	-	1,55
Fibras	$\hat{Y} = 2,2633 + 0,003610x^{*}$	85	2,78
Cinzas	$\hat{Y} = 0,3365 + 0,001004x^{**}$	90	0,48
Carboidratos	$\hat{Y}=8,167 + 0,0949x - 0,000355x^{2**}$	93	14,4
Energia	$\hat{Y}= 53,4465 + 0,3241x – 0,0013x^{2**}$	94	73,16
Umidade	$\hat{Y}= 87,185 – 0,0226x^{*}$	88	83,92
Matéria seca	$\hat{Y} = 11,191 + 0,0917x – 0,00035x^{2**}$	91	17,03

** = significativo a 1%; *= significativo a 5% e ns = não significativo pelo teste 't'

As frutas, em geral, apresentam baixos teores de lipídeos, que são compostos orgânicos altamente energéticos. As exceções são a azeitona e o abacate (VILAS BOAS, 2002). Componentes lipídicos desempenham papéis importantes na estrutura das membranas celulares e em processos metabólicos. Nos seres humanos, os ácidos linoleico e alfa-linoleico são necessários para manter as membranas celulares, a função cerebral e a transmissão de impulsos nervosos sob condições normais (JERÔNIMO et al., 2015).

Os teores de lipídeos nas pitaias podem ser elevados se a metodologia utilizada extrair óleo das sementes, pois elas apresentam alto conteúdo de óleo, alcançando rendimento de 18,33% a 28,37%, o qual apresenta quantidade elevada de ácido linoleico e apresenta importante função por servir como componente estrutural da membrana do plasma e como precursor de alguns compostos reguladores metabólicos, sendo capaz de servir como fonte potencial de antioxidantes naturais, tais como fenóis, tocoferóis e esteróis (LIM et al., 2010),além de melhorar o funcionamento do aparelho digestivo e apresentar efeito laxante (BARQUERO; MADRIGAL, 2010). Dessa forma, os baixos teores de lipídeos avaliados neste trabalho podem estar relacionados à metodologia utilizada, pois a análise foi feita na polpa contendo as sementes íntegras.

Para as fibras, verificou-se aumento dos teores com o aumento da disponibilidade de K para as plantas, nas duas safras avaliadas, de 2,3% e 3,01% para 3,3% e 3,6%,nas pitaias da espécie *H. undatus* e de 1,5% e 2,2% para 2,2% e 2,8%, nas pitaias da *H. polyrhizus* (Tabelas 5 e 6). Dessa forma, pode-se constatar que a pitaia é uma fruta rica em fibras e que a adubação potássica aumenta os teores de fibras nas frutas, sendo essa uma característica desejável, já que elas desempenham papel importante na alimentação humana.

Os teores observados nas pitaias avaliadas nesta pesquisa, de 0,31g $100g^{-1}$ e 1,1 g $100g^{-1}$,são superiores aos teores de fibras observadas em frutas de *H. polyrhizus* adquiridas no comércio, (MAHATTANATAWEE et al., 2006; SATO et al., 2014).

As espécies *H. undatus* e *H. polyrhizus* avaliadas nesta pesquisa foram submetidas às mesmas práticas de manejo e, assim, foi possível observar que elas respondem bem à adubação potássica. O incremento na composição das fibras pode ser relacionado com a atuação do K na respiração das plantas, na regulação estomática, na abertura e no fechamento dos estômatos. Este controle permite a entrada do CO_2 utilizado no processo fotossintético, responsável pela formação dos carboidratos e açúcares, e, consequentemente, na formação das fibras, que são formados por polissacarídeos produzidos a partir da fotossíntese. Dessa forma, o aumento das doses de potássio interfere diretamente na formação das fibras na planta.

As fibras são componentes da parede celular e têm função estrutural, podendo serem solúveis ou insolúveis em água. Elas são importantes na alimentação humana, por atuarem como auxiliares no processo digestivo dos alimentos mais concentrados, evitando as constipações e outros estados patológicos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em relação às cinzas, nas pitaias da espécie *H. undatus* houve aumento com a aplicação de K_2O, variando de 0,5% e 0,3%, para 0,68% e 0,55%, nos ciclos produtivos 2015/16 e 2016/17, respectivamente e, nas pitaias da espécie *H. polyrhizus*, os incrementos observados foram de 0,49%para 0,60% e de 0,33% 0,48% (Tabelas 5 e 6), comparando-se com as frutas colhidas em plantas que não receberam adubação e plantas adubadas com a dose de 144 g de K_2O.

O incremento nos teores de cinzas das pitaias se deve à maior disponibilidade de nutrientes para as plantas, mostrando a importância do manejo da adubação para a produção de frutas com maior composição de nutrientes, pois o aumento dos teores de cinzas representa maior concentração de nutrientes minerais na matéria seca das frutas. Isso porque as cinzas correspondem à fração mineral do alimento. Portanto, o aumento das doses de K no solo proporcionou maior exportação de nutrientes minerais para as frutas. Assim, as pitaias adubadas com K são mais ricas em minerais que aquelas colhidas em pomares que não são adubados. Isso ocorre porque o K é altamente móvel na planta e é responsável pela redistribuição para as frutas.

Os teores de cinzas observados neste trabalho são semelhantes aos divulgados por outros autores, de 0,33% a0,75%,em pitaias das espécies *H. undatus*e *H. polyrhizus*, respectivamente, cultivadas com fontes orgânicas para a adubação das plantas (ABREU et al., 2012 JERÔNIMO et al., 2015).Evidencia-se, assim, a importância das informações sobre o manejo da adubação para a ampliação das áreas de cultivo que não dispõem de fontes orgânicas e podem utilizar a adubação mineral para complementar a demanda das plantas para a produção de frutas com boa composição de nutrientes.

Foi verificado acréscimo nos teores de carboidratos com o aumento da disponibilidade de K. Nas frutas da espécie *H. undatus*, os teores passaram de 10,4% e 11,7% para 11,7% e 14,5%, quando as plantas receberam a dose de 144g de K_2O, nas duas safras,2015/16 e 2016/17 e, nas frutas da espécie *H. polyrhizus*, de 12,3% e 8,1% para 13,4% e 14,4% (Tabelas 5 e 6). Os valores observados nas frutas produzidas pelas plantas fertilizadas com K são superiores aos relatados em frutas de *H. undatus* adubadas com fontes orgânicas (JERÔNIMO et al., 2015).

O K fornecido na adubação se liga ao nitrogênio na forma de NO_3^-, auxiliando na translocação do N para a parte aérea, por apresentar alta mobilidade na planta, onde acontece a fotossíntese. O K também é o regulador estomático responsável por regular a respiração da planta e, assim, o aumento de K aumenta a capacidade fotossintética da planta, devido ao maior fornecimento de N e C nesse processo (IPI, 2013). Como resultado do aumento da taxa fotossintética ocorre acréscimo da produção de carbono pela planta, que é redistribuído pelo K dos cladódios paras as frutas.

As pitaias colhidas nas plantas com maior disponibilidade de K apresentaram maior valor energético (kcal). Nas frutas da espécie *H. undatus*, o valor energético passou de 60 kcal para 70 kcal com a dose de 144 g de K_2O (Tabela 5). Aumento semelhante foi observado nas pitaias da *H. polyrhizus*, de 57 kcal e 53 kcal para 72 kcal e 73 kcal, nos ciclos produtivos 2015/16 e 2016/17, respectivamente (Tabela 6). O valor energético do alimento é de extrema importância, porque indica a quantidade de calorias presentes. Essa caloria é a soma das proteínas, lipídeos e carboidratos, que são os compostos que, posteriormente, são transformados em energia para o corpo humano. Tendo em vista que os consumidores estão a cada dia mais atentos à qualidade da alimentação, preferindo a ingestão de alimentos mais saudáveis, é importante conhecer a quantidade de calorias que é ingerida nas refeições para a composição da dieta diária.

Quanto à umidade, foi observada redução do seu teor nas pitaias com o aumento da disponibilidade de K, nas duas safras avaliadas (Tabelas 5 e 6). A redução variou de 86,5% para 85,5% e de 85,9% para 82,6%, nas frutas de *H. undatus* e de 85,1% para 83,4% e de 87,2% e 83,9%, nas frutas da espécie *H. pohyrhizus*. Esta característica é importante para a estabilidade e a qualidade do produto, sendo considerada para a embalagem, o armazenamento e o processamento. Para as frutas das espécies de pitaia cultivadas no Brasil, o teor de umidade é considerado alto na polpa, podendo variar de 87% a 85,5% (ABREU et al., 2012; CORDEIRO et al., 2015; JERÔNIMO et al., 2015).

De acordo com os teores de umidade observados no presente trabalho, as plantas com maior disponibilidade de K produziram frutas com menor teor de umidade na polpa, o que pode estar relacionado com o aumento de matéria seca. A umidade da fruta determina os cuidados com o armazenamento e a utilização das embalagens, além de influenciar o processamento, a qualidade e a composição nutricional (ARAÚJO et al., 2014). Isso porque a umidade solubiliza importantes compostos, como vitaminas, minerais, açúcares e ácidos, favorecendo o desenvolvimento de micro-organismos, de forma que a segurança e a vida de prateleira sejam comprometidas (BOBBIO; BOBBIO, 2003). A redução do teor de água na

pitaia é interessante para o produtor e o comerciante, pois reduz a incidência de doenças pós-colheita e aumenta a vida de prateleira.

Foi observado acréscimo nos teores de matéria seca das pitaias das espécies *H. undatus* e *H. polyrizus* fertilizadas com 144 g de K_2O, nos dois ciclos de produção (Tabelas 5 e 6). A matéria seca aumentou de 13,4% para 14,4% e de 12,9% para 17,2%, nas frutas da espécie *H. undatus* e de 13,2% para 15,5% e de 11,1% para 17% nas frutas da *H. polyrhizus*.

As frutas são compostas por água e matéria seca; a matéria seca, por sua vez, é composta por minerais, fibras, lipídeos, carboidratos e açúcares. A maioria da composição das frutas é de água; a redução da umidade com o aumento das doses de potássio foi devido ao maior acúmulo de fotoassimilados, açúcares e carboidratos e dos nutrientes minerais representados pelas cinzas, que ocasionou aumento dos teores de matéria seca na composição das frutas.

É possível observar que, para todas as variáveis avaliadas, a resposta foi semelhante nas espécies *H. undatus* e *H. polyrhizus*. No entanto, há diferenças na composição centesimal das pitaias das diferentes espécies, devido à variabilidade genética que existe entre elas, que faz com que respondam de forma diferente à adubação, mesmo sob as mesmas condições ambientais.

4.3 Composição e exportação de nutrientes minerais

Em relação aos teores de nutrientes, o K é o nutriente mineral com maior teor na polpa das pitaias da espécie *H. undatus*, seguido de N, P, Ca e Mg. Entre os micronutrientes, a ordem foi Mn> Fe> Cu> Zn>e B (Tabela 7), calculados a partir das doses de 200 g de K_2O, na safra 2015/16 e de 160 g de K_2O, na sofra de 2016/17, que proporcionaram a maior produtividade de frutas.

As plantas de *H. undatus* adubadas com 200 g de K_2O apresentaram aumento de 30% no teor de K, em relação às frutas colhidas em plantas que não receberam a adubação potássica no ciclo 2015/16, com 16,23 g kg^{-1} e incremento de 27%, no ciclo 2016/17, com teor de 14,17 g kg^{-1}.

Os maiores teores de K observados pode ser justificado porque este nutriente apresenta alta redistribuição na planta, tem como função transportar os fotoassimilados para as frutas e, por isso, o aumento das doses proporcionou aumento dos teores nas frutas.

Tabela 7 - Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2) para os teores de nutrientes minerais N, K, P, Ca e Mg (g kg-¹), e B, Cu, Zn, Fe e Mn(mg kg-¹) em pitaias da espécie *Hylocereus undatus*, em função das doses de K_2O, nos ciclos produtivos de 2015/16 e 2016/17.

Nutriente	Equação	R^2	Teores
	Ciclo 2015/16		
N	$\hat{Y} = 14,68^{ns}$	88,36	14,68
P	$\hat{Y} = 1,67^{ns}$	-	1,66
K	$\hat{Y} = 12,4875 + 0,018721x^{*}$	98,38	16,23
Ca	$\hat{Y} = 0,582 + 0,00019x^{**}$	91,58	0,96
Mg	$\hat{Y} = 0,2545 + 0,00025x^{**}$	96,11	0,30
B	$\hat{Y} = 4,412 - 0,004937x^{**}$	90,96	3,43
Cu	$\hat{Y} = 20,11^{ns}$	-	20,10
Mn	$\hat{Y} = 105,65^{ns}$	-	105,6
Zn	$\hat{Y} = 19,682500 - 0,033464x^{**}$	96,51	12,98
Fe	$\hat{Y} = 41,83^{ns}$	-	41,82
	Ciclo 2016/17		
N	$\hat{Y} = 12,665 - 0,0104x^{**}$	97,48	11,0
P	$\hat{Y} = 1,6795 - 0,00568x^{**}$	97,38	0,77
K	$\hat{Y} = 11,1688 + 0,058x - 0,000268x^{2**}$	98,28	13,59
Ca	$\hat{Y} = 0,76^{ns}$	-	0,76
Mg	$\hat{Y} = 0,24^{ns}$	-	0,24
B	$\hat{Y} = 3,48^{ns}$	-	3,48
Cu	$\hat{Y} = 19,77^{ns}$	-	19,77
Mn	$\hat{Y} = 139,9^{ns}$	-	139,9
Zn	$\hat{Y} = 14,2^{ns}$	-	14,20
Fe	$\hat{Y} = 41,1^{ns}$	-	41,10

** =significativo, a 1% e ns = não significativo, pelo teste t

Nas frutas da espécie *H. polyrhizus*, os teores de K aumentaram de 10,91 g kg-¹ para 14,55 g kg-¹,no ciclo 2015/16 e de 7,89 g kg-¹ para 13,41 g kg-¹,no ciclo2016/17, com incrementos de 21% e 69% com a aplicação de 200 g de K_2O por planta (Tabela 8).

Tabela 8 - Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2) para os teores de nutrientes minerais N, K, P, Ca e Mg (g kg-¹), e B, Cu, Zn, Fe e Mn(mg kg-¹) em pitaias da espécie *Hylocereus polyrhizus*, em função das doses de K_2O, nos ciclos produtivos de 2015/16 e 2016/17.

Nutriente	Equação	R^2	Teores
	Ciclo 2015/16		
N	$\hat{Y} = 10,65^{ns}$		10,65
P	$Y = 1,23^{ns}$	-	1,23
K	$\hat{Y} = 10,9105 + 0,0182x^{**}$	82,97	14,55
Ca	$\hat{Y} = 0,658 + 0,0019x^{**}$	92,61	1,03
Mg	$\hat{Y} = 0,2515 + 0,000186x^{**}$	92,02	0,28
B	$\hat{Y} = 4,225 - 0,013664x^{**}$	95,47	1,49
Cu	$\hat{Y} = 20,5725 - 0,007021x^{**}$	79,48	19,16
Mn	$\hat{Y} = 56,29^{ns}$	-	56,29
Zn	$\hat{Y} = 13,8435 - 0,018176x^{**}$	85,51	10,20
Fe	$\hat{Y} = 36,77^{ns}$	-	36,77
	Ciclo 2016/17		
N	$\hat{Y} = 9,5241 - 0,0158x^{**}$	81,55	6,36
P	$\hat{Y} = 1,5425 - 0,0039x^{**}$	88,84	0,76
K	$\hat{Y} = 7,892 + 0,02761x^{**}$	89,60	13,41
Ca	$\hat{Y} = 0,84^{ns}$	-	0,84
Mg	$\hat{Y} = 0,25^{ns}$	-	0,25
B	$\hat{Y} = 3,62^{ns}$	-	3,62
Cu	$\hat{Y} = 20,32^{ns}$	-	20,32
Mn	$\hat{Y} = 118,28^{ns}$	-	118,28
Zn	$\hat{Y} = 13,51^{ns}$	-	13,51
Fe	$\hat{Y} = 47,19^{ns}$	-	47,19

** = significativo, a 1% e ns = não significativo, pelo teste t

A maior concentração de K na polpa das pitaias evidencia que a disponibilização de nutrientes para plantas mediante a adubação é importante para a produção de frutas com maior composição de nutrientes. Além disso, devem-se considerar as funções dos nutrientes no estabelecimento do sabor, cor, aroma, forma, tamanho, aparência, resistência a pragas e

doenças, e na conservação durante o armazenamento pós-colheita das frutas (AULAR; NATALE, 2013).

Comparando-se com resultados divulgados para pitaias destas espécies em condições diferentes de manejo, percebem-se variações maiores nos teores de K, em relação aos teores avaliados neste trabalho, evidenciando a importância da adubação potássica para aumentar os teores de nutrientes minerais nas frutas. Em pitaias produzidas pela espécie *H. undatus*, o teor observado foi de 0,03 g kg-¹ (JERÔNIMO et al., 2015) e, nas frutas da *H. polyrhizus*, de 12,6 g kg^{-1}, adubadas com a aplicação de esterco bovino (CORDEIRO et al., 2015) e, em frutas colhidas na Malásia, de 1,58 g kg^{-1} e 4,37g kg-¹,quando foram colhidas na Austrália (NURUL; ASMA, 2014).

No ciclo 2015/16, os teores de Ca estavam maiores nas frutas colhidas nas plantas que receberam a adubação potássica. Nas pitaias da espécie *H. undatus*, o teor de Ca aumentou de 0,58g kg-¹ para 0,96g kg^{1},quando as plantas receberam a dose de 200 g de K_2O e, nas frutas da espécie *H. polyrhizus*, de 0,65g kg-¹ para 1,03g kg-¹. O teor de Mg variou de 0,25g kg-¹ para 0,3g kg-¹,nas frutas de *H. undatus* e de 0,25g kg-¹ para 0,28g kg-¹,nas frutas da espécie *H. pohyrhizus* (Tabelas 7 e 8). Estes resultados indicam que as doses testadas não interferiram na absorção destes cátions, tendo em vista que a disponibilidade de K em altas concentrações na solução do solo pode interferir na absorção do Ca e Mg, por ocorrer competição entre estes cátions. Indicam, ainda, que, provavelmente, os teores destes nutrientes estavam maiores nas frutas colhidas nas plantas adubadas com a dose de K_2O porque os teores no solo eram maiores ciclo 2015/16 e, em função da crescente demanda pelas plantas, a concentração no solo estava menor no ciclo seguinte, não diferindo entre as plantas adubadas com as diferentes doses de K_2O.

Em relação aos teores de B e Zn, no ciclo 2015/16, nas frutas colhidas em plantas que tiveram a maior disponibilidade de K_2O foram observados teores menores, comparados aos das frutas colhidas em plantas que não receberam adubação potássica. Resultados semelhantes foram observados em relação aos teores de N, P e Cu (Tabelas 7 e 8). Os menores teores observados nas plantas que foram adubadas com as maiores doses de K_2O podem ser atribuídos à maior produtividade de frutas nestas plantas, além do maior crescimento vegetativo, ocorrendo redistribuição desses nutrientes para maior quantidade de drenos, tendo em vista que a adubação realizada para suprir a demanda de N e P foi à mesma para todas as plantas. No entanto, com a maior disponibilidade de K, o crescimento e a produtividade foram maiores.

Os resultados observados destacam a importância da adubação equilibrada para a produção de frutas ricas em nutrientes e justificam as diferenças relatadas para as pitaias em diferentes locais, em função da disponibilidade do nutriente da área e do manejo do pomar.

Vale destacar, ainda, que para praticamente todos os nutrientes os modelos ajustados foram lineares. Exceção foi observada para o K no ciclo 2016/17, na espécie *H. undatus*, possivelmente porque apenas para esta espécie a produtividade máxima alcançada neste ciclo de produção foi determinada com a dose de 160 g de K_2O por planta, mas que pode estar relacionada com a demanda crescente pelas plantas desta espécie que é mais vigorosa e apresenta maior crescimento vegetativo. Assim, parte dos nutrientes pode ter sido direcionada para a emissão de novos cladódios, comprometendo a produção de frutas, tendo em vista que, na safra anterior, o ajuste foi linear e o pomar avaliado ainda não havia estabilizado a produção, por estar com quatro e cinco anos de idade. Pomares de pitaia alcançam a estabilidade de produção entre o 5° e o 6° ano de cultivo (NERD et al., 2002).

Os resultados divulgados para composição mineral de pitaias da *H. polyrhizus* adubadas com esterco bovino apresentaram resultados semelhantes para o N, 11,3 g kg^{-1} e K de 12,6 g kg^{-1} e superiores para Ca, 8 g kg^{-1}, sendo estes os nutrientes minerais encontrado sem maior concentração na polpa das pitaias (CORDEIRO, et al., 2015). Estes resultados são superiores aos relatados por Nurul e Asmah (2014) em pitaias provenientes da Austrália e Malásia.

Os resultados observados para os teores de nutrientes nas frutas evidenciam que a fertilização com K aumentou a concentração, nas frutas, de nutrientes que são importantes na alimentação humana. No entanto, não interferiu nos teores de Fe, que é um dos nutrientes importantes na composição dos alimentos, em decorrência dos benefícios que ele proporciona à saúde. Além disso, os nutrientes presentes nas frutas são importantes para a sua qualidade. Um exemplo é a concentração de Ca, que interfere na qualidade e na conservação das frutas durante o armazenamento pós-colheita, com redução da firmeza e tempo de vida útil (NATALE et al., 2005).

Em relação à exportação de nutrientes, o K foi o nutriente mais exportado pelas duas espécies de pitaia (Tabelas 9 e 10).

Tabela 9 - Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2) para a exportação de nutrientes N, P, K, Ca e Mg (kg) e B, Cu, Zn, Mn e Fe (g),de acordo com a produtividade alcançada pela espécie *Hylocereus undatus*, em função das doses de K_2O, nos ciclos produtivos de 2015/16 e 2016/17.

Nutriente	Equação	R^2	Valor[1]	Valor [2]
	Ciclo 2015/16			
N	$\hat{Y} = 10,7745 + 0,03096x^{**}$	91,74	16,96	1,95
P	$\hat{Y} = 1,1935 + 0,00497x^{**}$	88,18	2,18	0,25
K	$\hat{Y} = 8,4965 + 0,06149x^{**}$	92,93	20,79	2,39
Ca	$\hat{Y} = 0,4595 + 0,0038x^{**}$	87,75	1,20	0,14
Mg	$Y = 0,186 + 0,00117x^{**}$	94,61	0,42	0,05
B	$\hat{Y} = 2,9688 + 0,0163x - 0,000054x^{2**}$	97,55	4,1	0,47
Cu	$\hat{Y} = 15,3525 + 0,0511x^{**}$	85,38	25,56	2,94
Mn	$\hat{Y} = 75,0045 + 0,36396x^{**}$	84,03	147,7	16,98
Zn	$\hat{Y} = 12,1627 + 0,1202x - 0,00049x^{2**}$	92,93	16,40	1,89
Fe	$\hat{Y} = 32,029 + 0,10453x^{**}$	85,67	52,93	6,08
Produtividade (t ha-[1])	$\hat{Y} = 5,6545 + 0,015356x^{**}$	84,27	8,7	1,0
	Ciclo 2016/17			
N	$\hat{Y} = 1,8748 + 0,1433x - 0,00051x^{2**}$	98,9	11,8	1,57
P	$\hat{Y} = 0,2946 + 0,0179x - 0,00008x^{2**}$	89,9	1,1	0,15
K	$\hat{Y} = 1,5658 + 0,2911x - 0,00086x^{2**}$	99,9	14,9	2,0
Ca	$\hat{Y} = 0,1285 + 0,0098x - 0,000036x^{2**}$	95,5	0,78	0,11
Mg	$\hat{Y} = 0,0431 + 0,00334x - 0,000013x^{2**}$	93,9	0,25	0,03
B	$\hat{Y} = 0,5972 + 0,04147x - 0,00015x^{2**}$	96,2	4,1	0,54
Cu	$\hat{Y} = 2,888 + 0,2699x - 0,00101x^{2**}$	98,7	20,8	2,77
Mn	$\hat{Y} = 14,787 + 2,182x - 0,00858x^{2**}$	99,9	143,6	19,1
Zn	$\hat{Y} = 5,059 + 0,04784x^{**}$	79,7	12,7	1,69
Fe	$\hat{Y} = 5,8344 + 0,5747x - 0,0028x^{**2}$	99,2	26,1	3,48
Produtividade (t ha-[1])	$\hat{Y} = 1,215 + 0,079x - 0,00025x^{**}$	95,3	7,5	1,0

** significativo, a 1%, pelo teste t.

Valor [1] = quantidade do nutriente exportada para a máxima produtividade de pitaia do pomar

Valor [2] = quantidade do nutriente exportada por tonelada de pitaia produzida 114,9

Com a produtividade crescente em função da adubação potássica e dos teores na matéria seca das pitaias houve aumento da exportação deste nutriente, de 8,49 kg para 20,79 kg, nas plantas adubadas com a dose de 200 g de K_2O e de 1,56kg para 14,9kg de K, na dose de 160 g de K_2O, com média de 2,3 kg a 2,4 kg por tonelada de frutas da espécie *H. undatus*, nos ciclos produtivos2015/16 e 2016/17 (Tabela 9). Resultados semelhantes foram observados na *H. polyrhizus*, que aumentou a exportação à medida que a dose de K_2O no solo variou de 10,52 kg para 17,73 kg e de e 2,53 kg para 15,89 kg de K por planta, com média de 2 kg a 2,2 kg de K por tonelada de frutas, nos ciclos 2015/16 e 2016/17 (Tabela 10). Embora sejam distintas as quantidades exportadas pelas espécies estudadas, em função da produtividade alcançada, é possível perceber que a média por tonelada é semelhante.

Estes resultados evidenciam a importância da adubação, pois, com a colheita das frutas, a quantidade de nutrientes minerais nelas presentes é retirada da planta. Principal atenção deve ser dada para a reposição de nutrientes que são utilizados e exportados em grandes quantidades, a exemplo do K. Resultados semelhantes têm sido relatados em outras espécies frutíferas, em que o K é um dos nutrientes mais exportados para as frutas. Essa exigência ocorre devido à importância do K, que participa de diversos processos bioquímicos e fisiológicos nas plantas.

Para os demais nutrientes também se observou incremento da quantidade exportada devido à produtividade crescente (Tabelas 9 e 10). A exportação de N aumentou de 10,77 kg para 16,96 kg e de 1,87 kg de N para 11,84 kg, na espécie *H. undatus*. Para a espécie *H. polyrhizus*, os incrementos na exportação de N foram de 47% e 64%, passando de 7,8 kg para 14,7 kg e de 3,1 kg para 9,2 kg de N, nos ciclos de 2015/16 e 2016/17. Para as espécies de pitaia estudadas, a demanda é de 1,2 kg a 1,9 kg para a produção de uma tonelada, sendo o segundo nutriente mais exportado depois do K. Isso justifica-se porque o N participa de vários processos, como fotossíntese, formação de proteínas, ácidos nucleicos e vitaminas e diferenciação celular (MALAVOLTA, 2006).

A exportação de Ca nas frutas de *H. undatus* passou de 0,45 kg para 1,2 kg, na safra de 2015/2016e de 0,12 kg para 0,78 kg na safra 2017/17. Nas pitaias da *H. polyrhizus*, passou de 0,63 kg para 1,0 kg e de 0,25 kg para 1,03 kg. O Mg passou de 0,18 kg para 0,39 kg e de 0,04 kg para 0,25 kg, nas frutas da espécie *H. undatus* e, na *H. polyrhizus*, de 0,23 kg e 0,08 kg para 0,41 kg e 0,85 kg, nos ciclos de 2015/16 e 2016/17.A exportação de P aumentou de 1,19 kg para 2,18 kg e de 0,29 kg para 1,07 kg, na espécie *H. undatus* e, na *H. polyrhizus*, de 1,03 kg para 1,81 kg e de 0,44 kg para 1,18 kg, nas duas safras avaliadas, respectivamente (Tabelas 9 e 10).

Tabela 10 - Equações de regressão e coeficiente de determinação (R^2) para a exportação de nutrientes N, P, K, Ca e Mg (kg) e B, Cu, Zn, Mn e Fe (g),de acordo com a produtividade alcançada pelas espécie *Hylocereus polyrhizus*, em função das doses de K_2O, nos ciclos produtivos de 2015/16 e 2016

Nutriente	Equação	R^2	Valor ¹	Valor ²
	Ciclo 2015/16			
N	Y= 7,7715 + 0,0346x**	96,45	14,70	1,88
P	Y= 1,039 + 0,00388x**	74,83	1,81	0,23
K	Y= 10,5235 + 0,0361x**	76,19	17,73	2,27
Ca	Y= 0,6355 + 0,00285x*	76,84	1,20	0,15
Mg	Y= 0,2345 + 0,0041x*	76,06	1,05	0,13
B	Y= 4,1465 – 0,01082x*	93,09	6,30	0,81
Cu	Y= 18,706 + 0,0423x**	99,59	27,16	3,48
Mn	Y= 52,1995 + 0,1085x**	99,64	73,89	9,47
Zn	Y=14,6313+ 0,491 - 0,00025x²*	99,44	102,80	13,85
Fe	Y= 41,57 ^{ns}	-	41,57	5,33
Produtividade (t ha-¹)	Y= 6,347 + 0,007541x**	97,70	7,9	1,0
	Ciclo 2016/17			
N	Y= 3,319 + 0,029411x**	82,35	9,20	1,16
P	Y= 0,4485+ 0,00369x**	76,76	1,18	0,15
K	Y= 2,5375 + 0,0667x**	91,11	15,87	2,00
Ca	Y= 0,2535 + 0,00389x**	81,52	1,03	0,13
Mg	Y= 0,0805 + 0,00127x**	79,30	0,85	0,11
B	Y= 0,9565 + 0,0183x**	88,84	4,61	0,58
Cu	Y= 6,4275 + 0,0946x**	78,64	25,35	3,20
Mn	Y= 20,2605 + 0,0837x**	96,39	37,0	4,68
Zn	Y= 3,6675 + 0,07498x**	87,64	18,67	2,35
Fe	Y= 17,5845 + 0,13341x**	75,71	44,16	5,64
Produtividade (t ha-¹)	Y= 2,1105 + 0,02913x**	81,38	7,93	1,0

**, *, ns, significativo, a 1%, 5% e não significativo, pelo teste t, respectivamente.

Valor ¹ = quantidade do nutriente exportada para a máxima produtividade de pitaia do pomar

Valor ² = quantidade do nutriente exportada por tonelada de pitaia produzida

Diante dos resultados observados, a ordem de exportação para os macronutrientes nas frutas de pitaia fertilizadas com doses entre 160 g e 200 g de K_2O por planta foi K>N>P>Ca>Mg (Tabelas 9 e 10). Essa ordem de exportação pode variar de acordo com o manejo do pomar. Em alguns estudos foram demonstrados os teores de nutrientes presentes nas frutas de pitaia, porém, não há informações sobre as características do solo de cultivo e a quantidade de nutrientes fornecidos para as plantas e, possivelmente, em função disso os resultados são variáveis. Frutas de *Hylocereus* sp. em cultivo orgânico na Malásia apresentaram a seguinte ordem: K>Mg>P>Ca (KHALILI et al., 2006); no estudo realizado por Cordeiro et al. (2015), a ordem dos teores foi K>N>Ca>Mg>P, em frutas de *H. polyrhizus* no norte de Minas Gerais. Em frutas colhidas na Malásia, a ordem dos teores foi do K>Mg>Ca (NURUL; ASMAH, 2014).

Uma das diferenças notada, de relevância para direcionar o manejo da adubação dos pomares, é a idade das plantas. Considerando os pomares em formação, a demanda é crescente, conforme notado no presente trabalho. Na safra de 2015/16, quando as plantas estavam no quarto ano de produção, as quantidades de nutrientes exportadas para as frutas foram maiores que no quinto ano, safra 2016/17, com o mesmo manejo da adubação, sugerindo que a demanda das plantas para o crescimento vegetativo aumenta, já que não foi observada maior produtividade na safra 2016/17 em relação à safra 2015/16 (Tabelas 9 e 10).

Em relação à exportação de micronutrientes, os resultados foram semelhantes aos observados para os macronutrientes, aumentando a quantidade exportada pelas frutas das plantas fertilizadas com K_2O. Devido à maior produtividade dessas plantas, as quantidades por tonelada de fruta variaram de 0,47 g a 0,81 g de B, de 2,8 g a 3,5 g de Cu, de 4,6 g a 19,1 g de Mn, de 1,7 g a 13,8 g de Zn e de 3,5 a 6,1 g de Fe (Tabelas 9 e 10). O micronutriente mais exportado pelas pitaias das duas espécies foi o Mn e, de acordo com as quantidades calculadas, a ordem de exportação foi a mesma nas duas espécies, Mn> Fe>Cu>Zn>B, podendo ser alterada de acordo com o manejo do pomar. Em um pomar de *H. polyrhizus* adubado com esterco bovino os maiores teores avaliados nas pitaias foram Fe> Mn>Zn>Cu>B (CORDEIRO, et al., 2015).

Os micronutrientes são exportados em menor quantidade, comparados aos macronutrientes, mas as quantidades exportadas aumentaram com a adubação potássica em função da maior produtividade das plantas (Tabelas 9 e 10). Ao analisar os valores de nutrientes exportados nas frutas das plantas que não receberam adubação potássica, observa-se que os valores do ciclo 2015/16 são superiores aos exportados pelas plantas no ciclo 2016/17. Essa diferença pode ter ocorrido em função da utilização dos nutrientes minerais

pelas plantas devido ao maior tamanho no quinto ano de idade, em relação ao tamanho das plantas na safra anterior 2015/16.

A menor quantidade de nutrientes exportada pelas frutas na safra 2016/17 (Tabelas 9 e 10) pode ter ocorrido porque as plantas foram adubadas com as mesmas quantidades de nutrientes, sugerindo que o ajuste deve ser feito em função da idade do pomar. As plantas começaram a produzir no primeiro ano após plantio, a produtividade aumentou, porém, as plantas continuaram a receber a mesma adubação de crescimento. Infere-se, assim, que a pitaia, assim como outras espécies frutíferas, necessita de adubação diferenciada para cada fase fenológica, para que possa expressar o seu potencial produtivo.

A exportação de nutrientes nas espécies *H. undatus e H. polyrhizus*, no presente trabalho, ocorreu na ordem K>N>P>Ca>Mg, Mn>Fe>Cu>Zn>B (Tabelas 9 e 10). Dessa forma, as duas espécies de pitaia apresentam exigências nutricionais semelhantes, o que possibilita receberem o mesmo manejo de adubação. Esses dados de exportação são importantes para o estabelecimento do manejo adequado da adubação, evidenciando os nutrientes mais exportados pelas frutas que necessitam ser repostos por meio das adubações, para evitar o seu esgotamento no solo e a deficiência nas plantas.

Para realizar as adubações dos pomares de forma adequada, devem-se levar em consideração outros fatores, pois os nutrientes estão envolvidos em outros órgãos, como desenvolvimento de folhas, ramos e raízes. É necessário considerar as reações e a dinâmica dos nutrientes no solo para a definição correta da adubação (MALAVOLTA et al., 1997).

Os resultados evidenciam a necessidade de repor, principalmente, os nutrientes exportados em maiores quantidades, como K e N, para atender à demanda nutricional da planta e, dessa forma, obter altas produtividades e alcançar o equilíbrio da produção, pois com menor disponibilidade para as plantas a produtividade pode ser reduzida de forma significativa, conforme observado naquelas que não receberam a adubação potássica (Tabelas 9 e 10).

A adubação potássica aumentou a produtividade da espécie *H. undatus* de 5,65 t ha-¹ e para 8,7 t ha-¹ e de 1,21 t ha-¹ para 7,5 t ha-¹,com as doses de 200 g de K_2O e 160 g de K_2O por planta, nos ciclos de produção 2015/16 e 2016/17, respectivamente (Tabela 9). Na espécie *H. polyrhizus*, a produtividade aumentou de 6,35 t ha-¹ para 7,9 t ha-¹ e de 2,11 t ha-¹ para 7,9 t ha-¹(Tabela 10), com a aplicação de 200 g de K_2O por planta. No entanto, para a produção de frutas com melhor qualidade e composição centesimal, a dose que resultou na produção de frutas com maior quantidade de variáveis de qualidade foi a de 144 g de K_2O por planta. Isso ocorre porque quanto maior a quantidade de frutas na planta, menor será a sua

qualidade final, podendo inviabilizar a comercialização de parte ou de toda a produção, se estiver fora dos padrões exigidos pelo mercado.

Esse resultado está relacionado com o manejo da adubação realizado nas plantas e evidencia que as duas espécies responderam bem à adubação, observando-se que, naquelas que não receberam a adubação potássica, houve redução significativa da produtividade (Tabelas 9 e 10) no quinto ano de produção, sugerindo esgotamento das reservas de K dessas plantas que haviam recebido a aplicação de 10 litros de esterco bovino na ocasião do plantio.

Dessa forma, em condições de baixa disponibilidade de K, o suprimento do nutriente mediante a adubação é necessária para disponibilizar para as plantas as quantidades demandadas para o crescimento e a produção, tendo em vista que esse nutriente desempenha diversas funções essenciais, como a assimilação, o armazenamento de assimilados e a melhoria da qualidade das frutas (MEURER, 2006, IPI, 2013). Além disso, é o ajuste adequado da adubação que irá contribuir para que todas as frutas atinjam o padrão para a comercialização, ou seja, com o manejo adequado da adubação é possível alcançar altas produtividades e frutas com qualidade.

O aumento da produtividade com a adubação mineral em pomares de pitaia vem sendo relatado por outros autores com a combinação de fertilizantes e fontes. Em pomar da espécie *H. polyrizus*, em Bangladesh, a produtividade passou de 12,88 t ha-^{1} para 31,64 t ha-^{1}, com a aplicação de 250 g de K_2O por planta, associada a 540 g de N, 310 g de P e 20 litros de esterco bovino (CHAKMA et al., 2014). No Brasil, o primeiro trabalho com adubação potássica relatou, no terceiro ano, produtividade de 8,7 t ha^{-1}, na espécie *H. undatus* e de7 t ha^{-1}, na *H. polyrhizus* (FERNANDES et al., 2018).

Dessa forma, em solos com baixa disponibilidade de K, o fornecimento de K_2O pela adubação viabiliza o aumento da produtividade de frutas com melhor qualidade, composição centesimal e composição de nutrientes, importantes para aumentar o retorno para os produtores e a aceitação por parte dos consumidores.

Mesmo que as espécies de pitaia apresentem diferenças genéticas e respondam de forma distinta à adubação, os resultados são semelhantes em relação à demanda por nutrientes, sendo, portanto, importante a realização do manejo para se obter sucesso na produção e na qualidade final das frutas. Os resultados desta pesquisa evidenciam a importância de estudos com adubação potássica, pois, além de ser necessário para as plantas, é um nutriente que pode ser perdido facilmente no solo por lixiviação, porém, o seu uso indiscriminado pode inibir a absorção de outros nutrientes e reduzir a produção e a qualidade das frutas. Dessa forma, este trabalho serve também como subsídio para direcionar outras

pesquisas na área do conhecimento, visando adequar a adubação para a produção de frutas de qualidade, maior produtividade e reposição adequada dos nutrientes exportados pelas espécies de pitaia.

5. CONCLUSÕES

Pomares de pitaia fertilizados com potássio produzem frutas de maior tamanho e melhor sabor, refletindo na qualidade final.

A composição centesimal das pitaias é alterada com o manejo da adubação dos pomares.

As espécies de *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus* com a disponibilidade de potássio produzem frutas mais ricas em fibras, minerais, carboidratos e valor energético, com menor umidade, possibilitando a conservação por mais tempo, se forem armazenadas adequadamente.

O potássio é o nutriente em maior quantidade na polpa das pitaias.

A exportação de nutrientes pelas pitaias das espécies *Hylocereus undatus* e *Hylocereus polyrhizus* ocorre na seguinte ordem: K>N>P>Ca>Mg> Mn>Fe>Cu>Zn>B.

Pomares de pitaia que alcançam altas produtividades necessitam de maior quantidade de nutrientes, devido à maior exportação pelas frutas.

Pomares fertilizados com potássio produzem frutas com melhor composição, maior quantidade de nutrientes e melhor qualidade final, aumentando a aceitação pelos consumidores, além de alcançar melhor classificação de tamanho e melhores preços na comercialização.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU W. C.; LOPES C. O.; PINTO K. M.; OLIVEIRA L. M.; CARVALHO G. B. M.; BARCELOS M.F.P. Características físico-químicas e atividade antioxidante total de pitaias vermelha e branca. **Instituto Adolfo Lutz**. São Paulo, v. 71, n. 4, p. 656-61, 2012.

ARAÚJO, J. M; MESQUITA, F. R; LIMA, M. O; CRAVEIRO, R. L; ARAÚJO, E. A. Composição centesimal da acerola, manga, carambola e maracujá. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, 10(19): 559 - 566, 2014.

AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 4, p. 1214-1231, 2013.

BARQUERO, M. E. G.; MADRIGAL, O. Q. Análisis del comportamiento de mercado de la pitahaya (*Hylocereus undatus*) en Costa Rica. **Tecnología en Marcha**, Cartago, v. 23, n. 2, p. 14-24, 2010.

BOBBIO, P. A; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos.** 3. ed. São Paulo: Varela, 143 p, 2003.

BORGES, A. L.; LIMA, A. A. **Adubando para alta produtividade e qualidade**: fruteiras tropicais do Brasil. Capitulo 9, Maracujazeiro. Embrapa Agroindústria Tropical, p. 166-180, 2009.

BRASIL. ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº. 360, de 23 de dezembro de 2003. ANVISA. **Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 26 dez. 2003.

BRUNINI, M. A.; CARDOSO, S. S. Qualidade de pitaias de polpa branca armazenadas em diferentes temperaturas. **Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 3, p. 78-84, 2011.

CASTAÑER, M. A.; CASTAÑER, J. A. **Horticultura**: guia prático. Lerida: Dilagro, p. 529, 1980.

CODEX STAN 237-2003. **Standard for pitahayas.** 2003. 4 p.

DUARTE, M. H., QUEIROZ, E. R.; ROCHA, D. A.; COSTA, A. C.; ABREU, C. M. P. Qualidade de pitaia (*Hylocereus undatus*) submetida à adubação orgânica e armazenada sob refrigeração. **Brazilian Journal of Food Technology,** Campinas, v.20, e 2015 115, 2017.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas**: princípios e perspectivas. Londrina: Ed. Planta, 2006. 401p.

FERNANDES, D. R.; MOREIRA, R. A.; CRUZ, M. C. M.; RABELO, J. M.; OLIVEIRA, J. Improvement of production and fruit quality of pitayas with potassium fertilization. Acta **Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.40, e. 35290, p. 1-9, 2018.

HEIDARI, M.; JAMSHID, P. Interaction between salinity and potassium on grain yield, carbohydrate content and nutrient uptake in pearl millet. **ARPN Journal of Agricultural and Biological Science**, v. 5, n. 6, p. 39-46, 2010.

HERNÁNDEZ, Y. D. O. **Hacia el conocimiento y la conservación de la pitahaya.** Oaxaca: IPN-SIBEJ-CONACYT-FMCN, p. 124, 2000.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**/coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea. Edição 4, São Paulo. 2008.

IPI, International Potash institute. **Potássio, o Elemento da Qualidade na Produção Agrícola**. São Paulo, 38 p. 2013. Disponível em: https://www.ipipotash.org/udocs/419-kquality_booklet_portuegese_web.pdf. Acesso: 17, de Dezembro de 2017.

ISLAN, M. Z.; KHAN, M. T. H.; HOQUE, M. M.; RAHMAN, M. M. Studies on the processing and preservation of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) jelly. **The Agriculturists**, Bangladesh, v. 10, n. 2, p. 29- 35, 2012.

JUNQUEIRA, K. P.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BELLON, G., FONSECA, K. G.; LIMA, C. A.; SANO, S. M. Diversidade genética de pitayas nativas do cerrado com base em marcadores RAPD. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, V. 32, p. 819-824, 2010.

KHALILI, R. M. A.; NORHAYATI, A. H.; ROKIAH, M. Y. ASMAH, R.; NASIR, M. T. M. MUSKINAH, M. S. Proximate composition and selected mineral determination in organically grown red pitaya (*Hylocereus* sp.). **Journal Tropical agriculture and food science**. V. 34, p. 269-275, 2006.

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

LIM, H. K.; TAN, C. P.; KARIM, R.; ARIFFIN, A. A.; BAKAR, J. Chemical composition and DSC thermal properties of two species of *Hylocereus* cacti seed oil: *Hylocereus undatus* and *Hylocereus polyrhizus*. **Food Chemistry**, London, v. 119, n. 4, p. 1326-1331, 2010.

LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BELLON, G. Avaliação de características físico-químicas de frutos de duas espécies de pitaya. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 3, p. 377, 2014.

LIMA, C. A.; FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; COHEN, K. O.; GUIMARÃES, T. G.; Características físico-químicas, polifenóis e flavonoides amarelos em frutos de espécies de

pitaias comerciais e nativas do Cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 565-570, 2013.

LUSK, C.H.; MATUS, F.; MORENO-CHACÓN, M.; SALDAÑA, A.; JIMÉNEZ-CASTILLO, M. Seasonal variation in leaf litter nutrient concentrations of valdivian rainforest trees. **Gayana Botánica**, Concepción, v.60, p. 35-39, 2003.

MAHATTANATAWEE, K.; MANTHEY, J.A.; LUZIO, G.; TALCOTT, S. T.; GOODNER, K.; BALSWIN, E. A. Total antioxidant activity and fiber content of Select florida-grown tropical fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 54, n. 19, p. 7355-7363, Aug. 2006.

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

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas.** 2ed. Piracicaba, Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, p. 319, 1997.

MARQUES, V. B.; MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A.; SILVA, F. O. dos R. Fenologia reprodutiva de pitaia vermelha no município de Lavras, MG. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 6, p. 984 – 987, 2011.

MARQUES, V. B.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A.; MOREIRA, R.A. Custo de produção e rentabilidade na cultura da pitaia sob o efeito de adubação orgânica. **Científica**, Jaboticabal, v. 40, n.2, p.138 – 149, 2012.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition higher plants**. 3ed. New York, Academic Press, 651 p, 2012.

MCCREADY, R.. M.; GUGGOLZ, J.; SILVIERA, V.; OWENS, H. S. Determination of starchandamylose in vegetables. **Application to peas. Analytical Chemistry** v 22, p. 1156-1158. 1950

MEURER, E. J. **Nutrição Mineral das Plantas**. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2006. p. 281-298.

MISSOURI. **Botanical garden**. 2009. Disponível em: <http://www.tropicos.org/PhenologyCharts.aspx? nameid=5101084>.

MIZRAHI, Y.; NERD, A. Climbing and columnar cacti: new arid land fruit crops. In: JANICK, J.(Ed.). **Perspectives on new crops and new uses**. Alexandria: ASHS, p. 358-366, 1999.

MONTOYA, R. B.; SPINOIA, A. G.; GARCIA, P. S.; PAREDES, D. G. Demanda de potasio del tomate tipo sadette. **Terra Latino americana**, 20(4), 391-399, 2002.

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, 2016.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A.; MARQUES, V. B. Produção e qualidade de frutos de pitaia-vermelha com adubação orgânica e granulado bioclástico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.33, n. especial, p.762-766, 2011.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAUJO, N. A.; MARQUES, V. B.; MELO, P. C. Produtividade e teores de nutrientes em cladódios de pitaia vermelha utilizando-se adubação orgânica e granulado bioclástico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, p. 714-719, 2012a.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; MARQUES, V. B.; SILVA, F. O. R. Cultivo da pitaia: implantação. **Boletim técnico**, Lavras, n. 92, p. 1-16, 2012b.

MORETTO, E.; FETT, R.; GONZAGA, L. V.; KUSKOSKI, E. M. **Introdução à ciência de alimentos**. 2 edição. Florianópolis: UFSC, 237 p. 2008.

NATALE , W.; PRADO, R. M.; MÔRO, F. V. Alterações anatômicas induzidas pelo cálcio na parede celular de frutos de goiabeira**. Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n.12,p.1239-1242, 2005.

NURUL S. R.; ASMAH R. Variability in nutritional composition and phytochemical properties of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) from Malaysia and Australia. **International Food Research Journal.** v. 21, n. 4, p. 1689–1697, 2014.

PROHORT - **Programa brasileiro de modernização do mercado hortigranjeiro**. Disponível em: < http://dw.ceasa.gov.br>. Acesso em agosto de 2018.

ORTIZ, T.A. ANDTAKAHASHI,L.S.A. Physical and chemical characteristics of pitaya fruits at physiological maturity. **Genetics and Molecular Research**, v. 14, n. 4,p. 14422-14439, 2015.

RABELO, J. M.; CRUZ, M. C. M.; ALVES, D. A. REIS, L. C. A.; LIMA, J. E. SANTOS, N. Reproductive phenology of yellow pitaya in a high-altitude tropical region in Brazil. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, 2019.

SANTOS, M. R. P. V.; CASTRO, J. C.; MARDIGAN, L. P.; WATANABE, R.; CLEMENTE, E. Características físico-químicas, compostos bioativos, atividade antioxidante e enzimática de frutos da pitaia (*Hylocereus undatus*). **Revista brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. Ponta Grossa, v. 10, n. 2, p. 2081-2095, 2016.

SATO, S. T. A.; RIBEIRO, S. C. A; SATO, M. K.; SOUZA, J. N. S. Caracterização física e físico-química de pitayas vermelhas (*Hylocereus costaricensis*). **Journal of Bioenergy and Food Science,** Macapá, v.1, n. 2, p.46-56, 2014.

SEGANTINI, D. M.; TORRES, L. M.; BOLIANI, A. C.; LEONEL, S. Fenologia da figueira-da-índia em Selvíria – MS. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.2, p. 630-636, 2010.

SENAPATI, H. K.; SANTRA, G. H. **Potassium management in vegetables, spices and fruit crops**. 2009 Disponível em: https://www.ipipotash.org/udocs/Potassium_Management_in_Vegetables_Spices_and_Fruit_Crops.pdf acesso em: 28 de março de 2018.

SIEM - **Sistema de Informação e Estatística de Mercado da Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo**. São Paulo: CEAGESP, 2013.

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, v. 33, n. 4, p. 1162-1168, 2011.

THEN, T. H. The effects of foliar fertilizers on the red pitaya (*Hylocerus polyrhizus*) fruit weight. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 984, p. 227-230, 2013.

THOMSON, P. **Pitahaya (Hylocereus species):** A Promising New Fruit Crop for Southern California. Bonsall: Bonsall Publications, 2002.

ZEE, F.; CHUNG-RUEY, Y; NISHINA, M. **Pitaya (Dragon Fruit, Strawberry Pear).**Mãnoa: University of Hawai'i, p. 3, (F&N-9), 2004.