



UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL
Letícia Alves Carvalho Reis

CALAGEM PARA O CULTIVO DA PITAIA

Diamantina
2018

Letícia Alves Carvalho Reis

CALAGEM PARA O CULTIVO DA PITAIA

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Dra. Maria do Céu Monteiro da Cruz
Co-orientador: Dr. Enilson de Barros Silva

**Diamantina
2018**

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

R375c

Reis, Leticia Alves Carvalho

Calagem para o cultivo da pitaia / Leticia Alves Carvalho Reis, 2019.
23 p. : il.

Orientadora: Maria do Céu Monteiro da Cruz

Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal) - Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2019.

1. *Hylocereus polyrhizus*. 2. *Hylocereus undatus*. 3. Saturação por bases. 4. Solos ácidos. I. Cruz, Maria do Céu Monteiro da. II. Título. III. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri.

CDD 634

Ficha Catalográfica – Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária Nádia Santos Barbosa, CRB6 – 3468/0.

Letícia Alves Carvalho Reis

CALAGEM PARA O CULTIVO DA PITAIA

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora: Dra. Maria do Céu Monteiro da Cruz
Co-orientador: Dr. Enilson de Barros Silva

Data de aprovação 01 /07/2018

Prof. Dr. Paulo Henrique Graziotti - UFVJM

Prof. Dr. Rodrigo Amato Moreira - IFNMG

Profa. Dra. Maria do Céu Monteiro da Cruz - UFVJM
Presidente

**Diamantina
2018**

OFEREÇO

A DEUS, por ter me oferecido condições de concluir esta etapa.

Ao meu pai, Darwin (*in memoriam*), pelo amor, apoio e por ser meu exemplo de persistência.

À minha irmã, Lílian, pelo amor incondicional e constante incentivo.

A Tamanna, pelo amor, apoio, compreensão e companheirismo.

E a todos que acreditaram em mim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a DEUS, por tornar tudo isso possível.

Aos espíritos de luz~, por guiarem meu caminho, me darem força e equilíbrio.

Ao meu pai, Darwin (*in memoriam*), pelo carinho, apoio e compreensão. Pelo homem e pai incrível que foi, dando-me exemplo diário de superação. A caminhada ficou mais difícil sem ele por perto, mas descobri vários pedaços dele dentro de mim.

À minha mãe, pela garra, rigidez, apoio e base.

À minha irmã, Lílian, pelo amor incondicional, carinho, suporte emocional e financeiro e por ser meu grande exemplo de profissional e ser humano.

A Tamanna, pelo carinho, amor, companheirismo, equilíbrio, paciência com o meu inglês e constante compreensão pelas minhas ausências.

A Josimara, pelas incansáveis ajudas desde o início deste trabalho, pelo companheirismo e amizade ao longo desses dois anos.

A Cíntia, por ter me auxiliado inúmeras vezes durante o mestrado, um exemplo de “hard working” para mim.

Aos meus amigos, em especial Luís e Fran, que me ajudaram muito no início, pelo suor, calos e luta com o solo.

Aos integrantes do grupo GEFRUT, por todo o apoio. Em especial, Jéssica, João, Núbia, Deilson e Telzinha.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, pela oportunidade de realizar o mestrado e pela contribuição à minha formação acadêmica.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior, pela bolsa de estudos concedida.

À professora Maria do Céu Monteiro da Cruz, pela orientação, paciência, disponibilidade para ajudar e capacidade de transmitir conhecimento.

Ao professor Enilson de Barros Silva, pela co-orientação, confiança, paciência, rapidez em responder e por todos os ensinamentos transmitidos.

A todos os professores, funcionários e colaboradores do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UFVJM.

Aos técnicos de laboratório da UFVJM, Lindomar, Múcio, Fabiano e Eglerson, pela amizade e ajuda nas análises laboratoriais.

Aos amigos do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UFVJM.

RESUMO

REIS, L. A. C. **Calagem para o cultivo da pitáia**. 2018. 23p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2018.

O cultivo das espécies de pitáia no Brasil teve aumento na última década e, em função disso, têm-se buscado informações relacionadas ao manejo dos pomares, para que seja possível alcançar altas produtividades e frutas com qualidade comercial. Para isso, a prática da calagem é fundamental, considerando os tipos de solo cultivados no Brasil, que são ácidos, em sua maioria. Esta pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar a necessidade de calagem para determinar a saturação de alumínio tolerada, a saturação por bases desejada e o requerimento de cálcio e magnésio para o cultivo das espécies de pitáia *Hylocereus undatus* e *H. polyrhizus*. A pesquisa foi realizada em dois tipos de solo diferentes, o Neossolo Quartzarênico e o Latossolo Vermelho Amarelo distrófico, estudados em dois experimentos. Os experimentos foram conduzidos casa de vegetação, organizados em esquema fatorial 2 x 4, sendo duas espécies de pitáia, *H. undatus* e *H. polyrhizus* e quatro necessidades de calagem, 0; 0,8; 1,2 e 1,7 t ha⁻¹, para Neossolo e 0; 1,3; 2,0 e 2,8 t ha⁻¹, para Latossolo, distribuídos em blocos casualizados, com cinco repetições. A calagem foi realizada com calcário dolomítico para elevar a saturação por bases desejada a partir da saturação de bases inicial dos solos. A calagem elevou o pH, aumentou os teores de K, Ca e Mg, a saturação de Ca, a saturação de Mg e a saturação por bases nos solos. Os teores de P, Ca e Mg aumentaram e os teores de N, K, Zn, Mn e Fe diminuíram, nas brotações das duas espécies de pitáia, com o aumento da quantidade de calcário aplicada. As necessidades de calagem para a maior produção de matéria seca nas duas espécies de pitáia foi de 1,7 t ha⁻¹, no Neossolo e de 1,9 t ha⁻¹, para a espécie *H. polyrhizus* e de 2,8 t ha⁻¹ para a espécie *H. undatus* cultivadas em Latossolo. A calagem é uma prática que deve ser realizada para o cultivo das espécies de pitáia em solos ácidos para elevar o pH, a saturação por bases, reduzir a saturação de alumínio e adequar o requerimento de cálcio e de magnésio. As espécies *H. undatus* e *H. polyrhizus* cultivadas em Latossolo Vermelho Amarelo distrófico apresentam maior crescimento quando a saturação de alumínio no solo está entre 1% e 4%, saturação por bases entre 55% e 70% e requerimento de cálcio e magnésio em 3,0 cmol_cdm⁻³. As espécies de pitáia cultivadas em Neossolo Quartzarênico apresentam maior crescimento quando a saturação de alumínio no solo está entre 13% e 16%, a saturação por bases em 70% e o requerimento de cálcio e magnésio em 2,5 cmol_cdm⁻³. A acidez do solo interfere no crescimento das espécies de pitáia, que preferem solos com pH entre 6,6 e 7,0. A calagem para atender às exigências das espécies de pitáia deve ser realizada de acordo com os atributos químicos de cada tipo de solo.

Palavras chave: *Hylocereus polyrhizus*, *Hylocereus undatus*, saturação por bases, solos ácidos, pitáia.

ABSTRACT

REIS, L. A. C. **Liming for pitaya cultivation**. 2018. 23p. (Master in Plant Production) – Federal University of Jequitinhonha and Mucuri Valleys, Diamantina, MG, 2018.

Pitaya cultivation in Brazil has increased in the last decade and we have sought information related to orchard management in order to achieve high productivity and commercial quality fruits. For this, the practice of liming is fundamental, considering the types of soil grown in Brazil that are mostly acidic. This research was carried out with the objective of evaluating the liming need to determine: the tolerated aluminum saturation, desired base saturation, and the requirement of calcium and magnesium for cultivation of the pitaya species, *Hylocereus undatus* and *H. polyrhizus*. The research was carried out on two different soil types, in Quartzarenic Neosol and Dystrophic Yellow Red Latosol, studied in two experiments. The experiments were conducted in greenhouse, organized in 2x4 factorial scheme, being two pitaya species: *H. undatus* and *H. polyrhizus* and four liming needs: 0; 0.8; 1.2 and 1.7 t ha⁻¹ for Neosol and 0; 1.3; 2.0 and 2.8 t ha⁻¹ for Latosol, distributed in randomized blocks with five replications. Liming was performed with dolomitic limestone to raise the initial base saturation to a desired base saturation of the soils. Liming raised the pH, increased K, Ca and Mg contents, Ca saturation, Mg saturation and base saturation in soils. The P, Ca and Mg contents increased and N, K, Zn, Mn and Fe contents decreased in the shoots of the two pitaya species with the increased amount of limestone applied. The liming requirements for the highest dry matter production were 1.7 t ha⁻¹ in Neosol and 1.9 t ha⁻¹ for the species *H. polyrhizus* and 2.8 t ha⁻¹ for the species *H. undatus* grown in Latosol. For the cultivation of pitaya species in acid soils the liming is a practice that must be carried out to elevate pH, elevate base saturation, reduce aluminum saturation and adjust the calcium and magnesium requirement. The species *H. undatus* and *H. polyrhizus* cultivated in Dystrophic Yellow Red Latosol present higher growth when the aluminum saturation in the soil is between 1% and 4%, base saturation between 55% and 70% and the calcium and magnesium requirement in 3.0 cmol_c dm⁻³. In Quartzarenic Neosol the pitaya species presented higher growth when the aluminum saturation in the soil is between 13% and 16%, base saturation in 70% and the calcium and magnesium requirement in 2.5 cmol_c dm⁻³. The soil acidity interferes in the growth of pitaya species, which prefer soils with pH between 6.6 and 7.0. Liming to meet the requirements of the pitaya species should be carried out according to the chemical properties of each soil type.

Key words: *Hylocereus polyrhizus*, *Hylocereus undatus*, base saturation, acidic soils, pitaya.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Pág.
Figura 1 Produção de matéria secadas brotações e raízes das espécies <i>H. undatus</i> e <i>H. polyrhizus</i> , em função das necessidades de calagem no Neossolo Quartzarênico e Latossolo Vermelho Amarelo distrófico.....	9
Figura 2 Produção de matéria seca das brotações e raízes das espécies <i>H. undatus</i> e <i>H. polyrhizus</i> em função das necessidades de calagem no Latossolo Vermelho-Amarelo.....	10

LISTA DE TABELAS

	Pág.
Tabela 1 - Atributos químicos e texturais antes da calagem e da adubação básica do Neossolo Quartzarênico e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.....	7
Tabela 2 - Equações de regressão linear ajustadas e coeficientes de determinação (R^2) para os atributos químicos do Neossolo Quartzarênico e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, em função das necessidades de calagem ($t\ ha^{-1}$).....	12
Tabela 3 - Equações de regressão linear ajustadas e coeficiente de determinação (R^2) para os teores de N, P, K, Ca, Mg e S ($g\ kg^{-1}$) e Cu, Fe, Mn e Zn($mg\ kg^{-1}$) nas brotações das espécies <i>H. undatus</i> e <i>H. polyrhizus</i> em função das necessidades de calagem ($t\ ha^{-1}$) no Neossolo Quartzarênico e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.....	16

SUMÁRIO

	Pag.
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1 Características dos solos para o cultivo da pitaia.....	2
2.2 Importância da calagem.....	4
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	6
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	9
4.1 Produção de matéria seca das brotações e raízes.....	9
4.2 Efeito da calagem sobre os atributos químicos do solo.....	11
4.3 Atributos químicos do solo adequados para o crescimento das espécies de pitaia.....	14
4.4 Efeito da calagem sobre os teores de nutrientes das plantas.....	15
5 CONCLUSÕES.....	19
6 REFERÊNCIAS.....	20

1 INTRODUÇÃO

O aumento do consumo de pitaita no Brasil tem estimulado produtores a cultivarem as espécies dessa fruta, visando diversificar sua área de produção, incrementar sua renda, ou investir em novos empreendimentos. Isso porque o cultivo das espécies de pitaita aponta para um bom retorno do capital investido em curto prazo, tendo em vista os altos preços que elas alcançam no mercado.

A região sudeste é a principal produtora do país, mas existem plantios distribuídos em outras regiões no Brasil (NUNES et al., 2014). Com o crescimento das áreas de cultivo, os produtores têm buscado informações relacionadas ao manejo dos pomares, principalmente com relação à adubação, considerando a importância da nutrição das plantas para alcançar altas produtividades e frutas que atendam às exigências dos consumidores.

No Brasil, os dados de produtividade alcançadas ainda não são registrados, no entanto, pesquisas têm divulgado resultados variáveis e produtividades alcançadas inferiores à de outros países produtores, o que pode estar relacionado a diversos fatores, como a idade das plantas, a densidade de plantio, as condições climáticas da região e também os atributos químicos do solo dos pomares.

Para que as espécies frutíferas atinjam o máximo do seu potencial produtivo, o atendimento das exigências nutricionais é um dos fatores determinantes, não apenas para a produção, mas também para a qualidade das frutas. A calagem é fundamental, considerando os tipos de solo cultivados no Brasil, caracterizados, em sua maioria, por terem baixo pH, baixa saturação por bases e elevado teor de alumínio trocável.

A calagem realizada de maneira adequada beneficia o crescimento das plantas, devido à disponibilização de nutrientes, o que torna possível o uso racional de fertilizantes e a melhoria da relação benefício-custo pelo aumento da produtividade (NATALE et al., 2012). Entretanto, no que diz respeito à calagem para o cultivo das espécies de pitaita, estudos ainda são necessários no Brasil. A aplicação adequada de calcário corrige a acidez do solo e aumenta a disponibilidade da maioria de nutrientes para as plantas, e, desse modo, aumenta a produtividade.

Informações relacionadas à necessidade de calagem nos pomares de pitaita são importantes para a expansão do cultivo no Brasil, pois permitirão a recomendação necessária, o que é importante na implantação e na manutenção dos pomares, tendo em vista que as espécies dessa fruta são perenes. Diante do exposto, esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar a necessidade de calagem para determinar a saturação de alumínio tolerada, a

saturação por bases desejada e o requerimento de cálcio e magnésio para o cultivo da pitáia.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Características dos solos para o cultivo da pitáia

As espécies de pitáia são consideradas rústicas por pertencerem à família das cactáceas, com características morfológicas que lhes permitem sobreviver sob distintas condições de clima e solo. Entretanto, as plantas respondem de forma satisfatória ao manejo da adubação, evidenciando que adubações equilibradas são necessárias para suprir a demanda de nutrientes para o crescimento adequado e a produção satisfatória (CORRÊA et al., 2014).

As informações sobre os atributos adequados de solo para o cultivo das espécies de pitáia nas regiões produtoras, de onde são nativas, como a floresta tropical do México, da América Central e da América do Sul (MIZRAHI; NERD; NOBEL, 1997,) são incipientes.

Em relação às condições edáficas, as informações são variáveis nos diferentes locais de cultivo. Na Tailândia, em cultivo da espécie *H. undatus* realizado em solos argilosos, com 53% de argila, a produtividade variou de 20,7 a 22,1 t ha⁻¹ (MUCHJAJIB; MUCHJAJIB, 2012), com o manejo da adubação química. Na Guiana, o cultivo em solo arenoso foi satisfatório com a incorporação de matéria orgânica (LEWIS, 2014). No Sri Lanka, o cultivo é indicado em Latossolo Vermelho-Amarelo bem drenado e terra marrom-avermelhada com incorporação de matéria orgânica (GUNASENA; PUSHPAKUMARA; KARIYAWASAM, 2007).

Quanto aos atributos químicos, há relatos de que solos com pH entre 5,5 e 6,5 são considerados ideais para o cultivo das espécies de pitáia (MIZRAHI; NERD; NOBEL, 1997; MIZRAHI; NERD, 1999; RAVEH et al., 1997; GUNASENA; PUSHPAKUMARA; KARIYAWASAM, 2007). Nas regiões produtoras na China, na maioria dos pomares, cultivam-se as espécies de pitáia na faixa ácida, no entanto, nesta condição foi relatado que houve redução do N disponível para as plantas após o plantio (HUANG et al., 2017), o que evidencia a importância de se realizar a correção adequada do solo para favorecer o crescimento das plantas dessas espécies, mas sem informações sobre a tolerância de alumínio trocável, saturação por bases ou sobre o requerimento de cálcio e magnésio.

Por falta dessas informações, o manejo tem sido realizado de maneira distinta em cada local de cultivo, o que tem resultado em produtividades variáveis. A utilização de fontes orgânicas tem predominado nas diferentes regiões do mundo, no entanto, não há padronização da quantidade e da composição, levando aos solos cultivados com as espécies de pitáia

quantidades variáveis de nutrientes.

A fertilização mineral é necessária, especialmente quando os rendimentos anuais dos pomares de pitáia são altos, entre 20 a 45 toneladas por hectare. No entanto, dados sobre necessidades de fertilização são escassos e, assim, a demanda exata para os vários nutrientes minerais é desconhecida (MIZRAHI, 2014). A evidência da necessidade de fertilização foi comprovada com os trabalhos de Nobel e De la Barrera (2002) e Weiss, Raveh e Mizrahi (2009), que testaram o efeito da aplicação mineral.

A média de produtividade alcançada espécies de pitáia nos tradicionais países produtores tem variado entre 10 a 30 t ha⁻¹ (LE BELLEC; VAILLANT; IMBERT, 2006). Os maiores resultados têm sido observados com a combinação de fonte orgânicas e minerais. A espécie *H. costaricensis* foi fertilizada com 540 g de N, 310 g de P₂O₅ e 250 g de K₂O, associados com 20 kg de esterco bovino por planta, produzindo, em média, 31,6 t ha⁻¹ (CHAKMA et al., 2014) em um solo com textura franco argilo-arenoso, 1,44% de matéria orgânica e pH de 5,7.

As maiores produtividades de pitáia são obtidas com o manejo da adubação, mas pouco se sabe sobre a necessidade de correção e adubação do solo para o cultivo das espécies dessa fruta em condições brasileiras. Dessa forma, o estudo da calagem pode ser fundamental para aumentar a produtividade da pitáia nos solos brasileiros que, em sua maioria, são ácidos.

No Brasil, os cultivos têm sido realizados em solos de textura argilosa e arenosa. Em Latossolo com 60% de areia, 27% de argila e 13% de silte, a produtividade das espécies *H. undatus* e *H. polyrhizus* foi maior 54,2% com a elevação da saturação por bases a 60%, adição de esterco bovino e disponibilidade de 200 g K₂O por planta (FERNANDES et al., 2018). Para espécie *H. undatus* em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, o crescimento das plantas foi incrementado com a elevação da saturação por bases a 60% e incorporação de 81 mg dm⁻³ de P (MOREIRA et al., 2016). Em solo de textura arenosa, o maior crescimento das plantas foi observado com 0,7 mmoldm⁻³ de K no solo (ALMEIDA et al., 2014).

A correção do solo para o cultivo das espécies de pitáia viabiliza a disponibilidade de nutrientes das fontes utilizadas, o que favorece maior crescimento e produtividade das plantas. Entretanto, no Brasil, as primeiras pesquisas desenvolvidas sobre adubação das espécies de pitáia foram direcionadas para o estudo de fontes orgânicas de adubos (MOREIRA et al., 2012; COSTA et al., 2015). Estas pesquisas são iniciais e relatam pouco sobre os atributos do solo e as produtividades alcançadas.

Nesse sentido, é necessário conhecer a influência desses atributos sobre o crescimento das espécies de pitáia para que a calagem e a adubação sejam realizadas de

maneira adequada na implantação e na manutenção dos pomares, possibilitando altas produtividades de frutas com qualidade comercial.

2.2 Importância da Calagem

A acidez do solo é um dos fatores que mais interferem na produtividade agrícola, especialmente nas regiões tropicais (NATALE et al., 2012). Os solos ácidos ocupam cerca de um terço das áreas agricultáveis (SIKIRIC et al., 2011). O cerrado brasileiro tem, aproximadamente, 200 milhões de hectares com solos ácidos, com pH em torno de 5 (FAGERIA; STONE; SANTOS, 1999).

A carência de alguns elementos químicos nos solos brasileiros se deve à pobreza em bases das rochas que deram origem a esses solos e às condições climáticas relacionadas à temperatura e a precipitação elevadas (NATALE et al., 2008). Processos de lixiviação de cátions, principalmente Ca^{2+} e Mg^{2+} , permitem que o complexo de troca de cátions do solo se torne dominado por íons H^+ e Al^{3+} , resultando em toxicidade para as plantas (MIJANGOS et al., 2010).

Para o uso agrícola das regiões cujos solos são ácidos é imprescindível a prática da calagem, visando precipitar o alumínio tóxico, elevar o pH e fornecer cálcio e magnésio às plantas (RAIJ, 2011). A elevação e a manutenção do pH do solo entre 6,0 a 6,5 são recomendadas para estabilizar as características químicas do solo e disponibilizar os nutrientes essenciais para as plantas (SOUSA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007; ROTHWELL; ELPHINSTONE; DODD, 2015). Em solos ácidos, com pH menor que 5,5, a dissolução das formas de Al tende a aumentar (FERNANDES, 2006), ocorrendo declínio da produção (MANNA et al., 2007).

Para o cultivo de espécies frutíferas, especificamente, por serem plantas perenes, as condições ideais para o cultivo são solos profundos e permeáveis, tendo em vista o sistema radicular abrangente. No entanto, em solos ácidos e pobres em nutrientes é fundamental realizar a calagem e a adubação porque as raízes não se desenvolvem satisfatoriamente nessas condições, devido à toxicidade do alumínio e à deficiência de cálcio (NATALE et al., 2012).

Nesse sentido, o uso adequado de calcário atua na correção da acidez do solo e na disponibilidade da maioria de nutrientes para as plantas, possibilitando o aumento da produtividade. No entanto, a eficiência da aplicação de calcário e de fertilizantes depende da natureza do sistema radicular e do volume de solo efetivamente explorado pelas plantas. Assim, corrigir a acidez do solo é a maneira mais eficiente e econômica de eliminar as

barreiras químicas para o desenvolvimento das raízes e, conseqüentemente, das plantas (RAIJ, 2011).

A elevação do pH reduz a toxidez de Al (AZEVEDO; KAMPF; BOHNEN, 1996) e diminui os teores de Mn, Fe (SIKIRIC et al., 2011), Cu e Zn (CHATZISTATHIS; ALIFRAGIS; PAPIOANNOU, 2015) nos solos. Além disso, possibilita maior crescimento radicular das plantas, facilitando a absorção e a utilização dos nutrientes e da água (SOUSA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007), melhorando as condições e as atividades biológicas (MANNA et al., 2007), e aumentando a biomassa microbiana (NARENDRULA-KOTHA; NKONGOLO, 2017).

A necessidade de calagem não está somente relacionada com o pH do solo, mas também com a capacidade tampão e a capacidade de troca de cátions. Solos argilosos necessitam de mais calcário para aumentar o pH do que os arenosos. Isso porque a capacidade tampão relaciona-se diretamente com os teores de argila e de matéria orgânica do solo, assim como com o tipo de argila (SOUSA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007).

Os índices de saturação por bases, pH e saturação por alumínio são parâmetros utilizados para corrigir a acidez do solo (FAGERIA; STONE; SANTOS, 1999). Em todos, devem-se considerar os principais objetivos da calagem que são a eliminação dos níveis tóxicos de Al e Mn e a adição de quantidade adequadas de Ca e Mg.

A saturação por bases também é um atributo químico importante para o cultivo das espécies porque está relacionada ao fornecimento de bases, como o Ca, Mg e K, em níveis adequados para o desenvolvimento das plantas. Para as espécies pouco exigentes em fertilidade, recomenda-se elevar a saturação por bases do solo para 30% a 35%; para as espécies exigentes, 40% a 45% e, para as espécies muito exigentes, recomenda-se elevar a saturação por bases entre 50% a 60% (VILELA et al., 1998). Especificamente para as espécies de pitaia, a disponibilidade de nutrientes, como o Ca, é importante porque plantas deficientes têm apresentado maior susceptibilidade a doenças (BOTÍN; HERNÁNDEZ; CANTO, 2003).

Para as espécies de pitaia nenhum destes índices é conhecido porque as informações relacionadas à necessidade de calagem ainda são escassas, mas se tornam necessárias, no intuito de conhecer o manejo adequado do solo para a expansão das áreas de cultivo no país.

Considerando a perenidade das espécies de pitaia, o ambiente radicular merece atenção em relação ao manejo do solo, pois o sistema radicular explora uma área limitada do solo por vários anos. Dessa forma, a calagem realizada de modo adequado favorecerá o

desenvolvimento e o estado nutricional das plantas, o uso racional de fertilizantes e a melhoria da relação benefício/custo por meio do incremento da produtividade. Além disso, com o aumento da idade dos pomares e da produção, as doses de adubos nitrogenados amoniacais utilizadas nas adubações são elevadas e aplicadas numa área restrita, onde está concentrada a maioria das raízes, por ciclos sucessivos, contribuindo para agravar o problema da acidez do solo, necessitando de acompanhamento constante via análise química para fins de fertilidade (NATALE et al., 2012).

3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada a partir de dois experimentos, sendo um realizado em Neossolo Quartzarênico e o segundo em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. Os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação, nas instalações do Departamento de Agronomia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), em Diamantina, MG, situada a 18° 15' S e 43° 36' W, a 1.387 m de altitude.

Os experimentos foram organizados em esquema fatorial 2 x 4, sendo duas espécies de pitaia, *H. undatus* e *H. polyrhizus* e quatro necessidades de calagem, 0; 0,8; 1,2 e 1,7 t ha⁻¹, para Neossolo Quartzarênico e 0; 1,3; 2,0 e 2,8 t ha⁻¹, para Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, distribuído em blocos casualizados, com cinco repetições. Cada parcela foi constituída por cinco plantas de cada espécie.

Os dois solos utilizados foram escolhidos por serem representativos da região de Diamantina, MG, classificados, de acordo com o sistema brasileiro de classificação dos solos, como Neossolo Quartzarênico e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (SILVA, 2009). Amostras desses solos foram retiradas de modo homogêneo, secas ao ar, peneiradas em peneira de 2,0 mm de abertura, constituindo, assim, terra fina seca ao ar para análises químicas (SILVA, 2009) e de textura do solo (EMBRAPA, 1997) (Tabela 1).

Tabela 1- Atributos químicos e texturais antes da correção da acidez e da adubação básica no Neossolo Quartzarênico e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

Atributo	Unidade	Neossolo Quartzarênico	Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico
pH _{água}	-	5,3	5,4
P	mg kg ⁻¹	1,9	1,2
K	mmol _c kg ⁻¹	0,7	0,9
Ca	mmol _c kg ⁻¹	6,0	8,0
Mg	mmol _c kg ⁻¹	4,0	6,0
Al	mmol _c kg ⁻¹	2,1	1,1
T	mmol _c kg ⁻¹	23,3	37,5
m	%	54,0	31,0
V	%	7,0	6,0
Areia	g kg ⁻¹	760	365
Silte	g kg ⁻¹	80	175
Argila	g kg ⁻¹	160	460

pH_{água}: Relação solo:água 1:2,5. P e K: extrator Mehlich-1. Ca, Mg e Al: extrator KCl 1 mol L⁻¹. T: Capacidade de troca de cátions a pH 7,0. m: saturação de alumínio. V: Saturação por bases. Areia, silte e argila: Método da pipeta.

Para o plantio, os cladódios das espécies de pitaita foram podados, realizando-se o desponte do ápice e padronizados em 25 cm, passando por um período de cura de 15 dias para a cicatrização dos cortes. Os cladódios foram plantados em 5,5 kg de solo seco peneirado a 5 mm e acondicionados em vasos forrados com sacos plásticos.

Os cálculos da necessidade de calagem foram realizados pelo método da saturação por bases (ALVAREZ; RIBEIRO, 1999), considerando que os índices adequados no solo para o cultivo das espécies de pitaita são conhecidos. Desse modo considerou-se elevar a saturação por bases a 40%, 60% e 80%, além da saturação inicial em cada tipo de solo deixada como controle. Esse método foi o escolhido, pois o método da neutralização de Al⁺³ e da elevação dos teores de Ca²⁺ e Mg²⁺ requer informações relacionadas à máxima saturação por Al⁺³ tolerada (m_t) e ao requerimento de Ca e Mg (X) (ALVAREZ; RIBEIRO, 1999), valores que ainda não estão estabelecidos para o cultivo das espécies de pitaita no Brasil.

O calcário dolomítico utilizado apresentava 380 g kg⁻¹ de óxido de cálcio, 125 g kg⁻¹ de óxido de magnésio e poder de neutralização total de 90%. Os solos ficaram incubados por um período de 45 dias, mantendo-se a umidade próxima da capacidade de campo, mediante a reposição da quantidade de água por diferença da pesagem dos vasos, para que ocorresse a reação do calcário.

A adubação básica para o cultivo das espécies de pitaita foi realizada de acordo com a proposta por Malavolta (1980) para adubação em vasos, utilizando-se as doses, em mg

kg⁻¹, de 150 de N; 150 de K; 50 de S; 1,0 de B; 1,5 de Cu; 5,0 de Fe; 4,0 de Mn e 5,0 de Zn, cujas fontes utilizadas foram reagentes puros para análise, NH₄NO₃; KNO₃;(NH₄)₂SO₄; H₃BO₃; CuCl₂.5H₂O; FeSO₄.7H₂O-EDTA; MnCl₂.H₂O e ZnSO₄.7H₂O. A adubação fosfatada utilizada foi de 81 mg kg⁻¹, estabelecida a partir dos resultados observados por Moreira et al. (2016) no cultivo da espécie *H. undatus*.

Após a calagem e a adubação básica, os vasos contendo os solos foram novamente incubados por 15 dias, mantendo-se a umidade próxima da capacidade de campo. Após este período, o volume de solo em cada vaso foi misturado para se retirar amostras de 50 cm³ em cada vaso, antes do plantio dos cladódios de pitaia, para a realização de análise química (SILVA, 2009).

Após o enraizamento dos cladódios e o início das primeiras brotações foi realizada a adubação nitrogenada de forma parcelada, realizando-se três aplicações de 50 mg kg⁻¹ de N, a cada 30 dias. Os vasos foram irrigados diariamente com água destilada, para manter a umidade do solo próxima da capacidade de campo, durante todo o período experimental.

Ao final do período de oito meses, as plantas foram segmentadas, separando-se as brotações emitidas após plantio das estacas, cladódio principal e raízes. Todas as partes das plantas foram lavadas em água corrente e levadas à estufa de circulação forçada para secagem, à temperatura de 65 °C, para a determinação da matéria seca.

As amostras de matéria seca das brotações foram utilizadas para a determinação dos teores de nutrientes das plantas. Essas amostras foram moídas e submetidas à digestão nítrico-perclórica [ácido nítrico (65% v/v) e ácido perclórico (70% v/v), Merck - 2:1], segundo metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997).

Os atributos químicos do solo de saturação de cálcio, saturação de magnésio e saturação de potássio foram obtidos pela relação entre o teor do nutriente x 100, dividida pela capacidade de troca de cátions do solo a pH 7,0.

Os dados de matéria das brotações e raízes, dos atributos químicos do solo e dos teores de nutrientes nas brotações foram submetidos à análise de variância. Para a avaliação da matéria seca foi contabilizada a massa das brotações e raízes, por ter sido a matéria seca produzida após a aplicação das doses de calcário, deixando-se a matéria seca do cladódio principal por ser difícil a padronização, devido às diferenças no diâmetro dos cladódios. As equações de regressão foram ajustadas, para cada variável, em função das necessidades de calagem para cada tipo de solo, a partir daquela que proporcionou a maior produção de

matéria seca nas espécies de pitaia, para calcular os valores dos atributos químicos adequados nos solos e os teores de nutrientes alcançados.

O requerimento de Ca e Mg foram calculados a partir da média das duas espécies de pitaia, somando-se as concentrações de Ca e Mg avaliadas em cada solo.

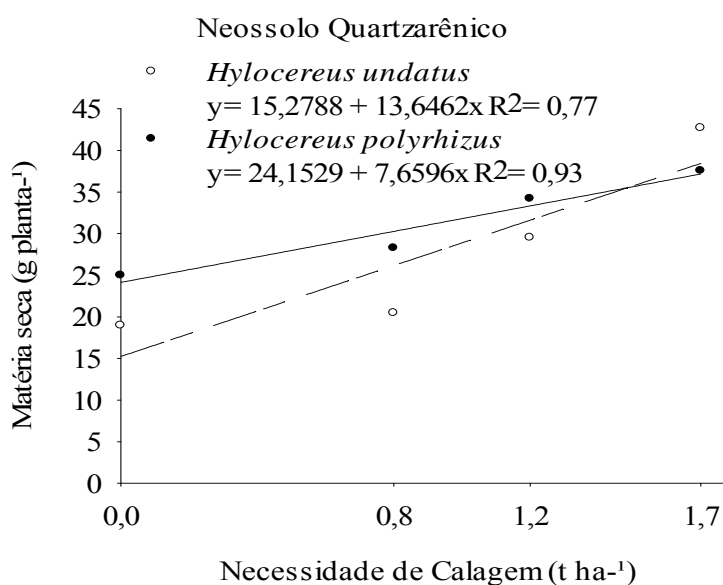
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção de matéria seca das brotações e raízes

O resultado da análise de variância para a matéria seca das brotações e raízes apresentou interação entre a necessidade de calagem e as espécies de pitaia ($p < 0,01$), nos dois solos. Os modelos de regressão foram ajustados em função das necessidades de calagem em Neossolo e Latossolo, para as duas espécies de pitaia (Figuras 1 e 2).

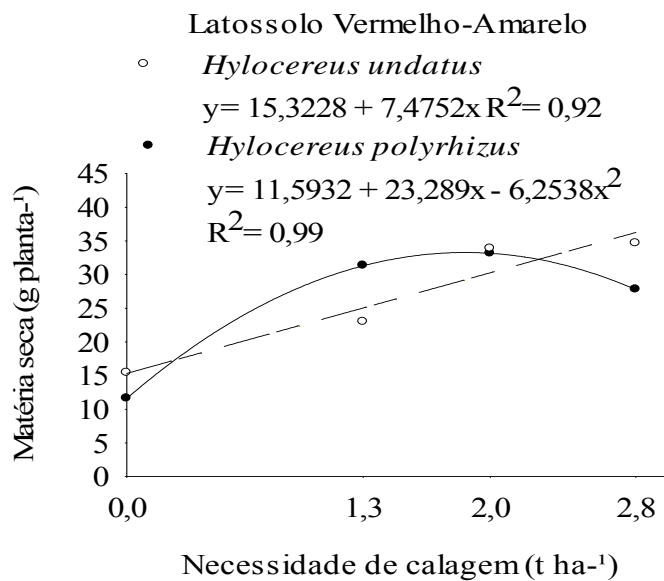
A necessidade de calagem que proporcionou o maior crescimento das espécies de pitaia cultivadas em Neossolo Quartzarênico foi de 1,7 t ha⁻¹ (Figura 1). Com a realização da calagem no Neossolo, a produção da matéria seca nas mudas da espécie *H. polyrhizus* aumentou 53,9%, em relação à matéria seca das mudas que cresceram no solo sem a aplicação de calcário. Resultado semelhante foi observado na espécie *H. undatus*, que apresentou incremento de 156,6% em relação às mudas cultivadas sem a realização da calagem.

Figura 1. Produção de matéria seca das brotações e raízes nas espécies *H. undatus* e *H. polyrhizus*, em função das necessidades de calagem no Neossolo Quartzarênico.



No cultivo em Latossolo, as necessidades de calagem que proporcionaram o maior crescimento das plantas foram de $1,9 \text{ t ha}^{-1}$, para a espécie *H. polyrhizus* com acréscimo de 185,9%, em relação às mudas cultivadas na condição inicial do solo, ou seja, sem a realização da calagem e $2,8 \text{ t ha}^{-1}$ para a espécie *H. undatus*, que proporcionou acréscimo de 136,6%, comparada às mudas cultivadas sem a realização da calagem (Figura 2).

Figura 2. Produção de matéria seca das brotações e raízes das espécies *H. undatus* e *H. polyrhizus*, em função das necessidades de calagem no Latossolo Vermelho-Amarelo.



Os resultados observados em relação à produção de matéria seca das mudas evidenciam que as espécies de pitaias respondem de forma diferente à calagem nos diferentes tipos de solo. No Neossolo, as mudas da espécie *H. undatus* apresentaram resposta superior a *H. polyrhizus*, com a realização da calagem, e isso pode ser atribuído ao vigor desta espécie que, sob condições favoráveis, com a disponibilização de nutrientes como K, Ca e Mg, emite maior número de brotações.

No Latossolo, a maior necessidade de calagem observada para a maior produção de matéria seca pelas mudas das espécies de pitaias está relacionada à capacidade tampão dos solos estudados, que foi influenciada pela capacidade de troca cátions e pelo teor de argila maior nesse tipo de solo (Tabela 1).

O maior crescimento das plantas observado após a aplicação de calcário em ambos os solos ocorre porque, além de aumentar a disponibilidade de nutrientes importantes para o desenvolvimento das raízes, como o Ca, ocorrem elevação do pH, redução do alumínio

tóxico para as plantas e aumento da saturação por bases (Tabela 2), tornando o solo do ambiente radicular satisfatório, que pode ser correlacionado de maneira positiva com a produção de matéria seca.

A boa formação do sistema radicular para as espécies de pitaia, assim como as outras espécies frutíferas perenes que exploram praticamente o mesmo volume de solo por longos períodos (NATALE et al., 2012), é importante para formação de raízes abundantes para a absorção de água e nutrientes com a exploração de maior volume de solo e possibilitar a rápida formação dos pomares, ou seja, para que as plantas iniciem a produção de frutas em menor tempo após o plantio no campo. A calagem é uma prática fundamental para a melhoria do ambiente radicular, na ocasião da implantação dos pomares, sendo considerada condição primária para ganhos de produtividade e para a manutenção de pomares em produção (RAIJ et al., 1997).

Os resultados evidenciaram que a acidez do solo interfere no crescimento das espécies pitaia e, por isso, deve ser corrigida para propiciar o crescimento satisfatório das plantas e viabilizar altos rendimentos dos pomares.

4.2 Efeito da calagem sobre os atributos químicos do solo

Houve interação entre as necessidades de calagem e as espécies de pitaia ($p < 0,01$) para quase todos os atributos químicos dos solos avaliados, exceto para saturação de K (Tabela 2).

A calagem aumentou o pH dos solos, os teores de K, Ca e Mg, a saturação de Ca, a saturação de Mg e a saturação por bases (Tabela 2). Os resultados observados para as saturações de K com o aumento da necessidade de calagem podem estar relacionados com os baixos valores observados nos solos antes da realização da calagem (Tabela 1).

Comparando-se o pH alcançado nos solos após a calagem é possível observar que a aplicação de calcário apresentou menor efeito no Latossolo, com a elevação de 5,9 para 6,6, com a necessidade de calagem de $1,9 \text{ t ha}^{-1}$, para a espécie *H. polyrhizus* e de 5,9 para 6,7, com a necessidade de calagem de $2,8 \text{ t ha}^{-1}$, para a *H. undatus*, em comparação com o Neossolo, que elevou de 5,1 e 5,3 para 7,0, com a necessidade de calagem de $1,7 \text{ t ha}^{-1}$ (Tabela 2).

Tabela 2 -Equações de regressão ajustadas e coeficientes de determinação (R^2) para os atributos químicos do Neossolo Quartzarênico e Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, em função das necessidades de calagem ($t\ ha^{-1}$).

Atributo químico	Unidade	Equação de regressão	R^2	Teste F	Valor
Neossolo Quartzarênico					
<i>Hylocereus polyrhizus</i>					
pH _{água}	-	$\hat{y} = 5,3 + 1,0204x$	0,97	30,8**	7,0
K	mmol _c kg	$\hat{y} = 3,1 + 1,2008x$	0,99	126,1**	5,1
Ca	mmol _c kg	$\hat{y} = 1,9 + 7,2649x$	0,95	20,4**	14,3
Mg	mmol _c kg	$\hat{y} = 1,5 + 5,9628x$	0,94	16,4**	11,6
Al	mmol _c kg	$\bar{y} = 2,155 - 0,926x$	0,96-	28,6**	0,58
Saturação de Al	%	$\bar{y} = 36,11 - 13,53x$	0,95-	23,6**	13,1
Saturação por bases	%	$\hat{y} = 17,8 + 30,4686x$	0,96	24,4**	69,6
Saturação de Ca	%	$\hat{y} = 4,6 + 16,1736x$	0,95	19,9**	32,1
Saturação de Mg	%	$\hat{y} = 3,7 + 13,3063x$	0,95	18,5**	26,3
Saturação de K	%	$\bar{y} = 11,2$	-	0,3 ^{ns}	11,2
<i>Hylocereus undatus</i>					
pH _{água}	mmol _c kg ⁻¹	$\hat{y} = 5,1 + 1,1111x$	0,99	106,4**	7,0
K	mmol _c kg ⁻¹	$\hat{y} = 4,7 + 0,3261x$	0,95	18,1**	5,3
Ca	mmol _c kg ⁻¹	$\hat{y} = 1,0 + 8,0743x$	0,99	145,7**	14,7
Mg	mmol _c kg ⁻¹	$\hat{y} = 0,6 + 5,5687x$	0,98	39,4**	10,1
Al	mmol _c kg ⁻¹	$\bar{y} = 1,971 - 0,706x$	0,92-	25,4**	0,76
Saturação de Al	%	$\bar{y} = 51,11 - 20,12x$	0,97	28,4**	15,9
Saturação por bases	%	$\hat{y} = 16,6 + 30,5241x$	0,99	147,9**	68,5
Saturação de Ca	%	$\hat{y} = 2,8 + 18,1673x$	0,99	115,6**	33,7
Saturação de Mg	%	$\hat{y} = 1,7 + 12,4816x$	0,98	58,1**	22,8
Saturação de K	%	$\bar{y} = 12,0$	-	0,7 ^{ns}	12,0
Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico					
<i>Hylocereus polyrhizus</i>					
pH _{água}	-	$\hat{y} = 5,9 + 0,3841x$	0,99	79,3**	6,6
K	(mmol _c kg ⁻¹)	$\hat{y} = 3,2 + 0,5488x$	0,95	27,3**	4,3
Ca	(mmol _c kg ⁻¹)	$\hat{y} = 1,5 + 7,4966x$	0,99	140,2**	15,1
Mg	(mmol _c kg ⁻¹)	$\hat{y} = 2,3 + 4,4934x$	0,91	19,8**	10,7
Al	(mmol _c kg ⁻¹)	$\bar{y} = 1,042 - 0,322x$	0,97	24,7**	0,44
Saturação de Al	%	$\bar{y} = 13,21 - 4,73x$	0,96	25,7**	4,41
Saturação por bases	%	$\hat{y} = 17,59 + 19,9627x$	0,96	21,4**	55,5
Saturação de Ca	%	$\hat{y} = 4,0 + 11,7381x$	0,98	51,1**	27,5
Saturação de Mg	%	$\hat{y} = 5,2 + 7,2030x$	0,88	16,6**	19,6
Saturação de K	%	$\bar{y} = 8,0$	-	0,2 ^{ns}	8,0
<i>Hylocereus undatus</i>					
pH _{água}	-	$\hat{y} = 5,8 + 0,3558x$	0,97	34,5**	6,8
K	mmol _c kg	$\hat{y} = 3,5 + 0,4114x$	0,97	32,7**	4,7
Ca	mmol _c kg	$\hat{y} = 1,4 + 6,9137x$	0,99	237,4**	20,8
Mg	mmol _c kg	$\hat{y} = 2,1 + 4,2354x$	0,93	23,4**	14,0
Al	mmol _c kg	$\bar{y} = 1,046 - 0,309x$	0,94-	21,6*	0,18
Saturação de Al	%	$\bar{y} = 8,942 - 2,84x$	0,89	26,3*	0,99
Saturação por bases	%	$\hat{y} = 19,5 + 18,1763x$	0,95	27,7**	70,4
Saturação de Ca	%	$\hat{y} = 4,5 + 11,7389x$	0,98	45,6**	34,7
Saturação de Mg	%	$\hat{y} = 5,3 + 7,1264x$	0,88	16,5**	25,3
Saturação de K	%	$\bar{y} = 10,4$	-	0,6 ^{ns}	10,4

** Significativo, a 1%; * Significativo, a 5%; ns = não significativo, pelo teste t.

Os resultados observados demonstram que as espécies de pitaia são afetadas em condições de solos ácidos. Nos solos estudados, o maior crescimento das espécies de pitaia ocorreu quando o pH estava entre 6,6 e 7,0, faixa que está acima da considerada ideal para a maioria das espécies frutíferas, que geralmente se desenvolvem melhor em solos com pH 6,0 a 6,5 (SOUSA; MIRANDA; OLIVEIRA, 2007).

O conhecimento dos atributos químicos adequados do solo para o crescimento das espécies de pitaia é importante para se estabelecer o manejo apropriado dos solos de cultivo. Possivelmente, este é um dos fatores que têm ocasionado variação da produtividade dos pomares, pois, em outros países, solos com pH entre 5,5 e 6,5 são considerados ideais para o cultivo das espécies de pitaia (MIZRAHI; NERD; NOBEL, 1997; GUNASENA; PUSHPAKUMARA; KARIYAWASAM, 2007) e, para os solos do Brasil, não havia, ainda, informações.

Quanto à elevação dos teores de nutrientes observada nos solos, ela ocorre porque a calagem favorece a manutenção do teor de K trocável do solo, devido ao aumento da capacidade de troca de cátions efetiva e ao fato de o calcário ser fonte de Ca e Mg. Estes resultados são importantes para o crescimento das espécies de pitaia, considerando a perenidade das plantas que serão beneficiadas com as vantagens da realização dessa prática de manejo. Entretanto, vale destacar que o conhecimento dessas informações é fundamental para o manejo, tendo em vista que, em certos casos, a disponibilidade de K para as plantas pode aumentar mais que a de Ca e de Mg, devido ao menor grau de atração do K pelas cargas negativas do solo.

A disponibilidade de nutrientes, como Ca e K, para espécies de pitaia é importante para o crescimento das plantas porque ambos estão entre os nutrientes mais demandados para a produção de matéria seca (MOREIRA et al., 2016). Além disso, o cultivo das espécies de pitaia com a disponibilidade de Ca reduz a susceptibilidade das plantas a doenças (BOTÍN; HERNÁNDEZ; CANTO, 2003).

Em relação à saturação por bases, os melhores resultados foram observados com valores entre 68,6% e 69,5%, no Neossolo e entre 55,5% e 70,4%, no Latossolo, após a calagem (Tabela 2). Os resultados apontam que espécies de pitaia são exigentes em fertilidade, com maior produção de matéria seca, quando a saturação por bases alcançada nos dois solos estava acima de 50%, pois, para as espécies muito exigentes, recomenda-se elevar a saturação por bases entre 50% a 60% (VILELA et al., 1998).

Para o cultivo das espécies de pitaia, a manutenção da saturação por bases é importante porque, em condições de solos ácidos, significa que há pequenas quantidades de

cátions, como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , saturando as cargas negativas dos coloides e que a maioria delas está sendo neutralizada por H^+ e Al^{3+} . Esta situação pode estar estabelecida antes da implantação do pomar, o que irá limitar o crescimento das plantas após o plantio no campo, ou o processo de acidificação poderá acentuar-se conseqüentemente à perda de fertilidade, devido à remoção de cátions trocáveis da superfície dos coloides, que pode ocorrer de diferentes formas, como água da chuva, ou irrigação dos pomares, decomposição de minerais de argila, troca iônica das raízes, decomposição da matéria orgânica e adição de fertilizantes nitrogenados (NATALE et al.,2012), o que é comum em pomares comerciais e, por isso, deve ser monitorado e corrigido.

Comparativamente à análise química inicial (Tabela 1), a utilização de calcário proporcionou efeitos positivos na melhoria dos atributos químicos dos solos. É importante destacar que, além do pH, saturação por bases e disponibilidade de nutrientes, a calagem reduz as concentrações tóxicas de Al (Tabela 2). Isso ocorre porque o calcário aplicado ao solo forma os íons Ca^{2+} , Mg^{2+} e HCO_3^- , que reage com a água formando íons hidroxila OH^- , água e dióxido de carbono CO_2 ; as hidroxilas reagem com os íons Al^{3+} e H^+ adsorvidos, formando hidróxido de alumínio insolúvel e água, liberando as cargas que serão ocupadas pelos íons Ca^{2+} e Mg^{2+} (MALAVOLTA, 2006). A maior disponibilidade de nutrientes é fundamental para a formação do sistema radicular das plantas, além de melhorar a eficiência de uso dos nutrientes e da água que estão no solo (RAIJ, 2011).

4.3 Atributos químicos do solo adequados para o crescimento das espécies de pitaia

Os atributos considerados adequados para o crescimento das espécies de pitaia em Neossolo Quartzarênico foram os seguintes: pH 7,0, saturação por bases entre 68,5% e 69,6%, saturação de Ca entre 32,1% e 33,7%, saturação de Mg entre 22,8% e 26,3%, saturação de K entre 11,2% e 12%, saturação de alumínio tolerada entre 13,1% e 15,9%, e teores de K entre 5,1 $\text{mmol}_c \text{kg}^{-1}$ e 5,3 $\text{mmol}_c \text{kg}^{-1}$, de Ca entre 14,3 $\text{mmol}_c \text{kg}^{-1}$ e 14,7 $\text{mmol}_c \text{kg}^{-1}$ e, para Mg, de 10,7 $\text{mmol}_c \text{kg}^{-1}$ e 11,6 $\text{mmol}_c \text{kg}^{-1}$ (Tabela 2).

Em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico os atributos foram pH entre 6,6 e 6,8, saturação por bases entre 55,5% e 70,4%, saturação de Ca entre 27,5% e 34,7%, saturação de Mg entre 19,6% e 25,3%, saturação de K entre 8% e 10,2%, saturação de alumínio tolerada entre 0,99% e 4,4% e teores de K entre 4,3 $\text{mmol}_c \text{kg}^{-1}$ e 4,7 $\text{mmol}_c \text{kg}^{-1}$, Ca entre 20,8 $\text{mmol}_c \text{kg}^{-1}$ e 15,1 $\text{mmol}_c \text{kg}^{-1}$ e Mg entre 10,7 e 14,0 $\text{mmol}_c \text{kg}^{-1}$ (Tabela 2).

O requerimento de Ca + Mg no Neossolo foi de 25 $\text{mmol}_c \text{dm}^{-3}$ e, no Latossolo,

de $30 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ (Tabela 2). Estas informações são importantes para a correção dos solos, variável X utilizada no método de neutralização do Al^{3+} e elevação dos teores de Ca e Mg trocáveis, que até o momento não haviam sido relatados para as espécies de pitaia.

O conhecimento desses índices é essencial para a realização de calagem e fertilização no cultivo das espécies de pitaia, pois a correção dos solos, para estabelecer esses padrões, possibilita o estabelecimento de pomares capazes de alcançar o seu potencial produtivo.

Os atributos químicos adequados para o maior crescimento das plantas foram semelhantes nos dois solos, exceto pH e saturação por alumínio (Tabela 2). Os menores valores observados no Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico estão associados à maior capacidade tampão desse solo, em função do maior teor de argila. Por isso, necessidade de calagem não está somente relacionada com o pH do solo, mas também com a capacidade tampão e a capacidade de troca de cátions. Dessa forma, solos argilosos necessitam de maior quantidade de calcário para elevar o pH que os arenosos.

Os resultados evidenciam que a necessidade de calagem em cada solo vai depender dos atributos apresentados pelo solo e que o crescimento das espécies de pitaia será proporcional ao manejo realizado nos solos, sendo maior quando a correção alcançar resultados satisfatórios em relação à correção do pH, à saturação por bases, à saturação por alumínio e à disponibilização de nutrientes às plantas.

4.4 Efeito da calagem sobre os teores de nutrientes das plantas

Interação ($p < 0,01$) foi observada entre as espécies de pitaia e as necessidades de calagem, para os teores de N, K, Ca, Mg, Zn, Mn e Fe. Os teores destes nutrientes foram ajustados em função das necessidades de calagem, sendo o teor satisfatório determinado a partir daquelas que promoveram o maior crescimento das espécies de pitaia em cada solo. Os teores de P, Ca e Mg aumentaram e os teores de N, K, Zn, Mn e Fe diminuíram nas brotações das duas espécies de pitaia com o aumento da necessidade de calagem (Tabela 3).

Os teores de Ca variaram nas duas espécies de pitaia entre 69 g kg^{-1} e $83,9 \text{ g kg}^{-1}$, no cultivo em Neossolo e entre $67,5 \text{ g kg}^{-1}$ e $85,9 \text{ g kg}^{-1}$ no Latossolo. Os teores de Mg, nas duas espécies de pitaia, variaram entre $11,3 \text{ g kg}^{-1}$ e $11,6 \text{ g kg}^{-1}$, no cultivo em Neossolo e entre $11,3 \text{ g kg}^{-1}$ e $12,2 \text{ g kg}^{-1}$, no Latossolo (Tabela 3).

Tabela 3 - Equações de regressão linear ajustadas e coeficiente de determinação (R^2) para os teores de N, P, K, Ca, Mg e S (g kg^{-1}) e Cu, Fe, Mn e Zn (mg kg^{-1}), nas brotações da pitaita em função das necessidades de calcário (t ha^{-1}) em Neossolo Quartzarênico e Latossolo Vermelho-Amarelo.

Nutriente	Equação de regressão linear	R^2	Test F	Teores
Neossolo Quartzarênico				
<i>Hylocereus polyrhizus</i>				
N	$\hat{y} = 12,5$	-	8,1 ^{ns}	12,5
P	$\hat{y} = 7,9$	-	3,4 ^{ns}	7,9
K	$\hat{y} = 29,3 - 8,8637x$	0,94	24,6**	14,2
Ca	$\hat{y} = 52,2 + 9,8757x$	0,88	36,7**	69,0
Mg	$\hat{y} = 10,2 + 0,6605x$	0,96	24,8**	11,3
S	$\hat{y} = 0,4$	-	6,8 ^{ns}	0,4
Cu	$\hat{y} = 1,9$	-	2,2 ^{ns}	1,9
Fe	$\hat{y} = 106,7 - 21,0554x$	0,94	35,7**	70,9
Mn	$\hat{y} = 393,7 - 141,2460x$	0,99	90,1**	153,6
Zn	$\hat{y} = 761,4 - 157,0895x$	0,98	40,0**	494,3
<i>Hylocereus undatus</i>				
N	$\hat{y} = 11,9 - 1,6032x$	0,98	43,8**	9,2
P	$\hat{y} = 7,4$	-	2,5 ^{ns}	7,4
K	$\hat{y} = 23,5 - 3,6414x$	0,86	35,8**	17,3
Ca	$\hat{y} = 46,8 + 21,8276x$	0,98	49,8**	83,9
Mg	$\hat{y} = 10,5 + 0,6583x$	0,99	172,8**	11,6
S	$\hat{y} = 0,2 + 0,1225x$	0,92	30,8**	0,4
Cu	$\hat{y} = 2,2 - 0,5281x$	0,92	31,2**	1,3
Fe	$\hat{y} = 151,1 - 40,7152x$	0,93	33,4**	81,9
Mn	$\hat{y} = 256,8 - 52,6165x$	0,98	55,8**	167,4
Zn	$\hat{y} = 716,6 - 107,0012x$	0,96	34,5**	534,8
Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico				
<i>Hylocereus polyrhizus</i>				
N	$\hat{y} = 17,4 - 1,8602x$	0,98	57,2**	13,9
P	$\hat{y} = 5,9 + 0,2010x$	0,99	119,2**	6,3
K	$\hat{y} = 28,2 - 3,2995x$	0,90	28,5**	21,6
Ca	$\hat{y} = 59,7 + 3,8919x$	0,95	32,3**	67,5
Mg	$\hat{y} = 10,9 + 0,1993x$	0,97	37,8**	11,3
S	$\hat{y} = 0,3$	-	5,7 ^{ns}	0,3
Cu	$\hat{y} = 3,2 - 0,6150x$	0,98	43,7**	2,0
Fe	$\hat{y} = 214,5 - 48,2588x$	0,97	34,7**	118,0
Mn	$\hat{y} = 435,12 - 107,5128x$	0,98	42,9**	220,2
Zn	$\hat{y} = 466,8 - 87,7014x$	0,88	27,8**	291,4
<i>Hylocereus undatus</i>				
N	$\hat{y} = 14,7 - 1,6309x$	0,99	195,4**	10,1
P	$\hat{y} = \bar{y} = 5,6$	-	1,4 ^{ns}	5,6
K	$\hat{y} = 24,4 - 3,2174x$	0,91	39,8**	15,4
Ca	$\hat{y} = 52,9 + 11,8016x$	0,92	41,4**	85,9
Mg	$\hat{y} = 9,3 + 1,0448x$	0,98	44,3**	12,2
S	$\hat{y} = 0,3 + 0,1089x$	0,94	36,2**	0,6
Cu	$\hat{y} = 3,6 - 1,005x$	0,99	101,2**	0,8
Fe	$\hat{y} = 141,8 - 16,2886x$	0,96	46,1**	96,2
Mn	$\hat{y} = 256,7 - 31,8429x$	0,98	56,7**	167,5
Zn	$\hat{y} = 392,5 - 56,7327x$	0,98	46,0**	233,6

** Significativo a 1%; ns = não significativo pelo teste t.

Os teores de Ca e Mg observados nas espécies de pitaia são superiores aos relatados nas espécies de pitaia cultivadas em Latossolo com a realização da calagem, visando elevar a saturação por bases a 60% (FERNANDES, 2016). Evidencia-se, assim, a importância da calagem para a disponibilização de nutrientes para as plantas, pois os maiores teores de Ca e Mg foram observados nas plantas cultivadas com a sua realização.

A disponibilização dos nutrientes para as plantas, a exemplo do Ca, é de extrema importância para as espécies frutíferas, para manter a qualidade das frutas e a estrutura das células das folhas. Poucas ainda são as pesquisas relacionando os efeitos da calagem e as concentrações de nutrientes na matéria seca de pitaia. No entanto, em um estudo realizado no Brasil foi demonstrado que a utilização de granulado bioclástico, que são algas calcárias do gênero *Lithothamnium*, favoreceu o crescimento da espécie *H. undatus*, devido à correção do pH do solo e à disponibilização de Ca (MOREIRA et al., 2011).

A importância do Ca para as plantas está relacionada com a sua participação na formação da parede celular, na forma de pectato de cálcio, que é o principal constituinte da lamela média e atua no aumento da rigidez da parede celular (FERNANDES, 2006). Além disso, a deficiência de Ca e Mg por limitações da calagem tem sido associada à susceptibilidade das espécies de pitaia a doenças com o desenvolvimento de sintomas graves causados por fitopatógenos (BOTÍN; HERNÁNDEZ; CANTO, 2003), o que pode limitar o cultivo nas novas áreas produtoras.

Os menores teores de nutrientes nas brotações das duas espécies de pitaia com a realização da calagem (Tabela 3) podem ser atribuídos à maior produção de matéria seca pelas plantas (Figuras 1 e 2). Houve diluição desses nutrientes nas plantas que apresentaram maior crescimento, porque todas as plantas receberam as mesmas quantidades das fontes que disponibilizaram estes nutrientes. Dessa forma, para que as espécies de pitaia alcancem altos rendimentos, mediante o crescimento satisfatório dos cladódios e sem que ocorra redução significativa dos teores de nutrientes na matéria seca, é necessário fazer o manejo da adubação para atender à demanda das plantas, pois, com a correção do solo, elas apresentam maior crescimento.

Nas plantas que apresentaram maior crescimento, os teores variaram entre 9,2 g kg⁻¹ e 13,9 g kg⁻¹ de N; 5,6 g kg⁻¹ e 7,9 g kg⁻¹ de P; 14,2 g kg⁻¹ e 21,6 g kg⁻¹ de K; 70,9 mg kg⁻¹ e 118 mg kg⁻¹ de Fe; 153,6 mg kg⁻¹ e 220,2 mg kg⁻¹ de Mn e 233,6 mg kg⁻¹ e 534,8 mg kg⁻¹ de Zn.

Neste trabalho, os teores observados nas plantas com maior crescimento estão próximos aos considerados satisfatórios no segundo e no terceiro ano do pomar, com a maior

produção de frutas das espécies *H. undatus* e *H. polyrhizus* cultivadas em Latossolo, com a realização da calagem para elevar a saturação a 60%, que variaram de 11,5 g kg⁻¹ a 18,7 g kg⁻¹ de N; de 0,93 g kg⁻¹ a 1,2 g kg⁻¹ de P; de 17,7 g kg⁻¹ a 37,1 g kg⁻¹ de K; de 6,7 g kg⁻¹ a 11 g kg⁻¹ de Ca e de 2,5 g kg⁻¹ a 2,7 g kg⁻¹ de Mg; 29,5 a 68,02 mg kg⁻¹ de Fe; de 614,4 a 652 mg kg⁻¹ de Mn e de 34,43 a 36,4 mg kg⁻¹ de Zn (FERNANDES, 2016; FERNANDES et al., 2018).

Vale destacar que os trabalhos sobre os teores satisfatórios de nutrientes nas espécies de pitaia cultivadas no Brasil mostram resultados variáveis. Possivelmente, isso está relacionado aos solos e ao manejo realizado nos pomares. Nas pesquisas realizadas por Moreira et al. (2012) e Costa et al. (2015) em cultivo da espécie *H. undatus* em Latossolo, o manejo da adubação foi realizado utilizando-se fontes orgânicas e a correção realizada com granulado bioclástico, e os teores considerados satisfatórios para a produção variaram de 16 g kg⁻¹ a 7,6 g kg⁻¹ para o N; de 1,9 g kg⁻¹ a 4,1 g kg⁻¹ de P; de 26 g kg⁻¹ a 22,2 g kg⁻¹ de K; de 19,4 a 54,3 g kg⁻¹ de Ca e de 5,5 g kg⁻¹ a 5,1 g kg⁻¹ de Mg.

As maiores diferenças observadas neste trabalho nos teores de Ca, Mg e P, possivelmente em função da quantidade de calcário aplicada nos solos, que proporcionou os melhores resultados, ou seja, para atender à necessidade de calagem de 1,7 t ha⁻¹ no Neossolo e de 1,9 t ha⁻¹ e 2,8 t ha⁻¹ no Latossolo, que contribuiu para melhorar os atributos químicos do solo (Tabela 2). Nessas condições, maiores quantidades de CaO e MgO foram adicionados ao solo. Em relação ao P, com a realização da calagem ocorre elevação do pH no solo pela produção de hidroxilas e isso causa a precipitação de Fe e de Al trocáveis, reduz a precipitação de P e aumenta a disponibilidade para as plantas (SOUZA et al., 2006).

Os resultados observados em relação aos teores de nutrientes evidenciam a importância da calagem para o cultivo das espécies de pitaia, pois, assim como já é conhecido para outras espécies frutíferas, a melhoria dos atributos químicos dos solos aumentou a disponibilidade de nutrientes para as plantas, necessários para o seu crescimento. No presente trabalho isso foi notado em dois solos distintos, evidenciando que as espécies de pitaia são exigentes em fertilidade, que a correção da acidez dos solos deve ser feita de forma criteriosa para promover a elevação do pH entre 6,6 a 7,0 e a saturação por bases em torno de 70%.

5 CONCLUSÕES

A calagem é uma prática que deve ser realizada para o cultivo das espécies de pitaia em solos ácidos para elevar o pH e a saturação por bases, reduzir a saturação de alumínio e adequar o requerimento de cálcio e magnésio.

A acidez do solo interfere no crescimento das espécies de pitaia, que preferem solos com pH entre 6,6 e 7,0.

As espécies *H. undatus* e *H. polyrhizus* cultivadas em Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico apresentam maior crescimento quando a saturação de alumínio no solo está entre 1% e 4%, a saturação por bases entre 55% e 70% e o requerimento de cálcio e magnésio em $3,0 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$.

As espécies de pitaia cultivadas em Neossolo Quartzarênico apresentam maior crescimento quando a saturação de alumínio no solo está entre 13% e 16%, a saturação por bases em 70% e o requerimento de cálcio e magnésio em $2,5 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$.

A calagem para atender às exigências das espécies de pitaia deve ser realizada de acordo com os atributos químicos de cada tipo de solo.

6 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, E. I. B. et al. Nitrogênio e potássio no crescimento de mudas de pitaia [*Hylocereus undatus* (Haw.) Britton & Rose]. **Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, V. 36, pp.1018-1027, 2014.
- ALVAREZ, V. H; RIBEIRO, A. C. Calagem. In: ALVAREZ, V. H; RIBEIRO, A. C; GUIMARAES, P. T. G. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**, UFV, p. 43-60, 1999.
- AZEVEDO, A. C.; KÄMPF, N.; BOHNEN, H. Alterações na dinâmica evolutiva de Latossolo pela calagem. **Revista brasileira de ciência do solo**, v. 20, n. 2, p. 191-198, 1996.
- BOTÍN, A. J. V.; HERNÁNDEZ, P. C.; CANTO, A. R. Avances en la etiología y manejo de la pudrición blanda de tallos de pitahaya, *Hylocereus undatus* H. (Cactaceae). **Fitosanidad**, v.7, n. 2, p. 11-17, 2003.
- CHAKMA, S. P. et al. Effect of NPK doses on the yield of dragon fruit (*Hylocereus costaricensis* [F.A.C. Weber] Britton & Rose) in Chittagong Hill Tracts. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, v. 14, n. 6, p. 521-526, 2014.
- CHATZISTATHIS, T.; ALIFRAGIS, D.; PAPAIOANNOU, A. The influence of liming on soil chemical properties and on the alleviation of manganese and copper toxicity in Juglans regia, Robinia pseudo acacia, Eucalyptus sp. and Opulus sp. plantations. **Journal of Environmental Management**, Amsterdam, n. 150, p. 149-156, 2015.
- CORRÊA, M. C. M. et al. Crescimento inicial de pitaia em função de combinações de doses de fósforo-zinco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n.1, p. 23-38, 2014.
- COSTA, A. C. et al. Adubação orgânica e *Lithothamnium* no cultivo da pitaia vermelha. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 77-88, 2015.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, p. 212, 1997.
- FAGERIA, N. K.; STONE, L. F.; SANTOS, A. B. Maximização da eficiência de produção das culturas. **Embrapa Comunicação para Transferência Tecnologia**, Brasília, p. 294, 1999.
- FERNANDES, D. R. **Adubação Fosfatada e Potássica no Cultivo de Pitaia**. 2016. 95 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciência Agrárias, Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2016.

FERNANDES, D. R. et al. Improvement of production and fruit quality of pitayas with potassium fertilization. **Acta Scientiarum**.Agronomy, p. 40, 2018.

FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**, Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 432, 2006.

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

HUANG, Y. et al. Investigation and evaluation of soil nutrients in pitaya orchard in Guangxi. **Southwest China Journal of Agricultural Sciences**, v. 30, n. 9, p. 2035-2040, 2017.

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

LEWIS, S. Cultivation of Pitahaya (*Hylocereus undatus*) in three soil types of Guyana. **International Journal of Agricultural Research and Review**, v. 3, n. 2, p. 177-183, 2014.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Ceres, p. 251, 1980.

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: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, p. 319, 1997.

MANNA, M. C. et al. Long-term fertilization, manure and liming effects on soil organic matter and crop yields. **Soil & Tillage Research**, New York, v. 94, p. 397-409, 2007.

MIJANGOS, I. et al. Effects of liming on soil properties and plant performance of temperate mountainous grasslands. **Journal of Environmental Management**, Amsterdam, v. 9, p. 2066-2074, 2010.

MIZRAHI, Y. Vine-cacti pitayas - the new crops of the world. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 1, p. 124-138, 2014.

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.

MIZRAHI, Y.; NERD, A.; NOBEL, P. S. Cacti as crops. **Horticultural Reviews**, Califórnia, v.18, p. 291-319, 1997.

MOREIRA, R. A. et al. Produtividade e teores de nutrientes em cladódios de pitaiá vermelha utilizando-se adubação orgânica e granulada bioclástica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, suppl., p.714-719, 2012.

MOREIRA, R. A. et al. Nutrient accumulation at the initial growth of pitaya plants according to phosphorus fertilization. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 46, n. 3, p. 230-237, 2016.

MOREIRA, R. A. et al. Produção e qualidade de frutos de pitaiá-vermelha com adubação orgânica e granulada bioclástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. especial, p.762-766, 2011.

MUCHJAJIB, S. AND MUCHJAJIB, U. Application of fertilizer for pitaya (*Hylocereus undatus*) under clay soil condition. **Acta Horticulturae**. v. 928, p. 151-154, 2012.

NARENDRULA-KOTHA, R.; NKONGOLO, K. K. Microbial response to soil liming of damaged ecosystems revealed by pyrosequencing and phospholipid fatty acid analyses. **Plos One Journal**, California, v. 12, n. 1, p. 1-22, 2017.

NATALE, W. et al. Resposta da caramboleira à calagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, p. 1136-1145, 2008.

NATALE, W. et al. Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1294-1306, 2012.

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

NUNES, E. N. et al. Pitaiá (*Hylocereu ssp.*): uma revisão para o Brasil. **Gaia Scientia**, v.8, n.1, p.90-98, 2014

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

RAIJ, B. V. et al. Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2.ed. Campinas: Fundação IAC, (Boletim Técnico, 100), p. 285, 1997.

RAVEH, E.; NERD, A.; MIZRAHI, Y. Responses of two Hemiepiphytic fruit crop cacti to different degrees of shade. **Scientia Horticulturae**. v. 73, p. 151-164, 1997.

ROTHWELL, S. A.; ELPHINSTONE, E. D.; DODD, I. C. Liming can decrease legume crop yield and leaf gas exchange by enhancing root to shoot ABA signalling. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 66, n. 8, p. 2335-2345, 2015.

SIKIRIC, B. et al. Optimization of macro element contents in raspberry leaves by liming in an extremely acid soil. **Spanish Journal of Agricultural Research**, Madrid, v. 9, n. 1, p. 329-337, 2011.

SILVA, F. C. **Manual de análise químicas de solo, plantas e fertilizantes**, 2 ed. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, p. 627, 2009.

SOUSA, D. M. G.; MIRANDA, L. N.; OLIVEIRA, S. A. Acidez do solo e sua correção. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V.H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p. 206-268.

SOUZA, R. F. et al. Calagem e adubação orgânica: influência na adsorção de fósforo em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 975-983, 2006.

THOMSON, P. Pitahaya (*Hylocereus* species) A Promising New Fruit Crop for Southern California. **Bonsall Publications**, Califórnia, p. 192, 2002.

VILELA, L. et al. **Calagem e adubação parapastagens na região do cerrado**. Brasília, DF: Embrapa Cerrados, 1998.

WEISS, I.; RAVEH, E.; MIZ RAHI, Y. Effects of CO₂ - enrichment and fertilization regimes on net CO₂ uptake and growth of *Hylocereus undatus*. **Journal of the American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.134, p.364-371, 2009.