

DEYSI JHOANA CAMAYO MOSQUERA

**COMPOSIÇÃO MINERAL, QUALIDADE E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE
FRUTOS DE GOIABEIRA-SERRANA (*Acca sellowiana*) EM RESPOSTA À
APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E FÓSFORO AO SOLO**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências Agroveterinárias da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Ph.D. Cassandro Vidal Talamini do Amarante

LAGES, SC

2019

**Ficha catalográfica elaborada pelo programa de geração automática da
Biblioteca Setorial do CAV/UDESC,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

Mosquera, Deysi Jhoana

Composição mineral, qualidade e conservação pós-colheita de frutos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) em resposta à aplicação de calcário e fósforo ao solo / Deysi Jhoana Mosquera. - 2019.

55 p.

Orientador: Cassandro Vidal Talamini do Amarante

Dissertação (mestrado) -- Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2019.

1. armazenamento. 2. fruto. 3. textura. 4. cor. 5. escurecimento de polpa. I. Vidal Talamini do Amarante, Cassandro . II. Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. III. Título.

DEYSI JHOANA CAMAYO MOSQUERA

COMPOSIÇÃO MINERAL, QUALIDADE E CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE GOIABEIRA-SERRANA (*ACCA SELLOWIANA*) EM RESPOSTA A APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E ADUBAÇÃO FOSFATADA

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-graduação em Produção Vegetal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Banca examinadora:

Orientador: _____

PhD. Cassandro Vidal Talamini do Amarante
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV-UDESC).

Membro: _____

Professor Dr. Cristiano André Steffens
Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV-UDESC).

Membro: _____

Dra. Marlise Mara Ciota
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Estação Experimental de Lages.

Lages, SC, 31 de julho de 2019

AGRADECIMENTOS

Ao orientador, Cassandro Vidal Talamini do Amarante, pela confiança e ensinamentos.

Ao professor Cristiano André Steffens, pelos ensinamentos.

Ao CAV/UDESC, pela oportunidade de realização do Mestrado.

Ao programa de Bolsas de Monitoria de Pós-Graduação PROMOP, pela concessão da bolsa.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal.

Aos colegas e amigos do laboratório de Fisiologia e Tecnologia Pós-Colheita.

RESUMO

A goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) é uma frutífera nativa do planalto meridional brasileiro e nordeste do Uruguai, que possui grande potencial para cultivo em larga escala. Pouco se sabe sobre as exigências nutricionais da cultura e a influência de seu manejo nutricional sobre a manutenção da qualidade dos frutos na pós-colheita. O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos de doses de calcário e fósforo (P_2O_5) aplicados ao solo nas características físico-químicas na colheita, durante o armazenamento e a vida de prateleira, e na concentração mineral dos frutos. O delineamento experimental foi em blocos ao caso (três blocos) com parcelas subdivididas, onde as parcelas foram constituídas por quatro doses de calcário (0, 12, 24 e 36 Mg ha⁻¹) e as subparcelas por cinco doses de fósforo (0, 60, 120, 180, e 240 kg de P_2O_5 ha⁻¹), sendo avaliados quatro frutos por unidade experimental. Avaliou-se peso médio de frutos, rendimento de polpa (%), teores de macro e micronutrientes na casca e polpa, coloração da casca e polpa, forças de penetração e compressão, severidade de escurecimento de polpa, acidez titulável (AT), teor de sólidos solúveis (SS) e relação SS/AT, bem como a atividade antioxidante total (AAT) e compostos fenólicos totais (CFT) nos tecidos da casca e polpa. Não houve interação dos fatores calagem e adubação fosfatada para todas as variáveis analisadas. O aumento nas doses de calcário ao solo aumentou os teores de Ca, na casca e polpa, e os teores de Mg na casca, e reduziu os teores de K e P em ambos os tecidos. Com o aumento nas doses de calcário ao solo, os teores dos micronutrientes diminuíram na casca e polpa, exceto os teores do Mo que incrementaram de forma quadrática em ambos os tecidos. Com o incremento nas doses de fósforo aplicado ao solo, aumentaram os teores de P, na casca e polpa, e diminuíram os teores de K e a relação K/Ca em ambos os tecidos. O aumento das doses de calcário causou reduções na cor verde da casca e no brilho (*lightness*) da polpa, redução nas forças de penetração e compressão dos frutos, redução nos valores de SS e relação SS/AT, e aumento na AT no período pós-colheita. A severidade de escurecimento de polpa aumentou com as maiores doses de calcário nos três períodos avaliados. O aumento das doses de calcário reduziu os valores de AAT e CFT na casca e polpa dos frutos na colheita, porém aumentou os valores AAT e CFT na casca após o armazenamento refrigerado mais vida de prateleira.

Palavras-chaves: armazenamento, fruto, textura, cor, escurecimento de polpa, compostos fenólicos, atividade antioxidante.

ABSTRACT

Feijoa (*Acca sellowiana*) is native to the southern Brazil and northeast Uruguay, which has great potential for large-scale cultivation. Little is known about the nutritional requirements of the trees and the effects of nutrition on postharvest quality of the fruit. The objective of this research was to evaluate the effects of doses of lime and phosphorus applied to the soil on physicochemical characteristics of the fruit at harvest and during storage and shelf life, and on fruit mineral content. The experiment followed split-plot randomized block design (three blocks), with main plots constituted by four lime doses (0, 12, 24 and 36) and split-plots constituted by five doses of phosphorus (0, 60, 120, 180, and 240 kg ha⁻¹ of P₂O₅), with four fruits assessed by experimental unit. Fruit were assessed for weight, pulp yield (%), contents of macronutrients and micronutrients in skin and flesh tissues, color of the skin and flesh tissues, forces for penetration and compression of the fruit, severity of flesh browning, titratable acidity (TA), soluble solids content (SSC), SSC/TA ratio, as well as total antioxidant activity (TAA) and total phenolic compounds (TPC) in the skin and flesh tissues. There was no interaction between doses of lime and phosphate for all variables. The increase of lime doses applied to the soil increased Ca content in the skin and flesh tissues, and Mg content in the flesh, and decreased the contents of K and P in both tissues. With the increase of lime doses, there was a reduction of micronutrients contents in skin and flesh tissues, except for Mo, that increased following a quadratic model in both tissues. The increase of phosphorus doses applied to the soil increased the P content in the skin and flesh tissues, and decreased K content and Ca/K ratio in both tissues. The increase of lime doses reduced the green color of the skin and the lightness of the flesh, reduced the forces for penetration and compression of the fruit, reduced SSC and SSC/TA ratio, and increased TA in the postharvest period. The severity of flesh browning assessed in the three periods increased with the increment of lime dose. The increase of lime doses reduced the values of TAA and TPC in the skin and flesh tissues at harvest, but increased the values of TAA and TPC in the skin after cold storage followed by shelf life.

Key words: storage, fruit, texture, color, flesh browning, total phenolic compounds, antioxidant activity.

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Conteúdo de macronutrientes na casca e polpa de frutos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) colhidos de plantas submetidas a diferentes doses de calcário. Valores representam a média \pm erro padrão da média. 28
- Tabela 2 - Conteúdo de fósforo (P), potássio (K) e cálcio (Ca), e relação K/Ca, na polpa e casca de frutos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) colhidos de plantas submetidas a diferentes doses de fósforo no solo. Valores representam a média \pm erro padrão da média. 29
- Tabela 3 - Conteúdo de alumínio (Al) e micronutrientes na casca e polpa de frutos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) colhidos de plantas submetidas a diferentes doses de calcário. Valores representam a média \pm erro padrão da média. 31
- Tabela 4 - Conteúdo de micronutrientes na casca e polpa de frutos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) colhidos de plantas submetidas a diferentes doses de calcário. Valores representam a média \pm erro padrão da média. 32
- Tabela 5 - Relações dos minerais K, Mg e N Com o Ca da casca e polpa de frutos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) tratados com diferentes doses de calcário. Valores representam a média \pm erro padrão da média. 33
- Tabela 6 - Atributos de cor na casca e polpa (L = luminosidade; C = cromaticidade; e h° = ângulo hue) de frutos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) colhidos de plantas submetidas a diferentes doses de calcário no solo, avaliados na colheita, após 21 dias de armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C/ $90\pm 5\%$ RH), seguido de dois dias de vida de prateleira (20 ± 4 °C/ $65\pm 5\%$ RH) (armazenamento refrigerado + vida de prateleira). Valores representam a média \pm erro padrão da média. 36
- Tabela 7 - Força para penetração, compressão, peso médio do fruto e rendimento de polpa de frutos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) colhidos de plantas submetidas a diferentes doses de calcário no solo, avaliados na colheita, após 21 dias de armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C/ $90\pm 5\%$ RH), seguido de dois dias de vida de prateleira (20 ± 4 °C/ $65\pm 5\%$ RH) (armazenamento refrigerado+vida de prateleira). Valores representam a média \pm erro padrão da média. 38
- Tabela 8 - Sólidos solúveis (SS; %), acidez titulável (AT; % de ácido cítrico), relação SS/AT e severidade de escurecimento de polpa de frutos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) colhidos de plantas submetidas a diferentes doses de calcário no solo, avaliados na colheita, após 21 dias de armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C/ $90\pm 5\%$ RH), seguido de dois dias de vida de prateleira (20 ± 4 °C/ $65\pm 5\%$ RH) (armazenamento refrigerado+vida de prateleira). Valores representam a média \pm erro padrão da média. 41
- Tabela 9 - Atividade antioxidante total (AAT) e compostos fenólicos totais (CFT) na casca e polpa dos frutos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*), colhidos de plantas submetidos a diferentes doses de calcário ao solo, avaliados na colheita, após 21 dias de armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C/ $90\pm 5\%$ RH) seguido de dois dias de vida de prateleira (20 ± 4 °C/ $65\pm 5\%$ RH) (armazenamento refrigerado + vida de prateleira). Valores representam a média \pm erro padrão. 43

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Escurecimento da polpa em goiaba serrana (1- Ausente, 2 - Inicial 3 - Moderado, 4 -Severo)	25
---	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	19
2 MATERIAL E MÉTODOS	23
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5 CONCLUSÕES.....	45
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

A goiabeira-serrana [*Acca sellowiana* (Berg.) Burret], conhecida em nível mundial como feijoa e no Brasil como goiabeira-serrana, goiabeira-do-campo ou goiabeira-do-mato, é uma planta pertencente à família Myrtaceae, nativa da América do Sul, encontrando-se desde o norte do Uruguai até o norte do estado do Paraná, no Brasil (MORETTO et al., 2014). A domesticação desta espécie ocorreu fora do centro de origem, a partir de populações que foram disseminadas em vários países, sendo introduzidos inicialmente na Europa, Estados Unidos, Nova Zelândia e Colômbia (MORETTO, 2014; SANTOS et al., 2011).

O fruto é considerado nutricionalmente valioso devido ao seu elevado teor de vitamina C, fibras e minerais (BELOUS et al., 2014; AMARANTE et al., 2013), além das propriedades antidepressiva (MAHMOUDI et al., 2015), antimicrobiana, hepatoprotetora e antioxidante, que permitem considerá-lo como matéria-prima para fins médicos e elaboração de novos medicamentos (BEYAN et al., 2010; KELES et al., 2012; TURCO et al., 2016).

No Brasil, a goiabeira-serrana mostra-se adaptada a condições de clima frio, ocorrendo com maior frequência em áreas com altitudes superiores a 800 m, crescendo associada às áreas de campo e margens das florestas de araucária (AMARANTE et al., 2011; MORETTO et al., 2014). No entanto, nestas regiões são encontrados solos com baixo pH, alto teor de alumínio (Al) trocável e baixo teor de fósforo (P), características que limitam o desenvolvimento radicular, absorção de nutrientes e consequentemente o crescimento das plantas (FISCHER et al., 2003; CIOTTA et al., 2018; GOULDING et al., 2016). A goiabeira-serrana, por ser nativa nesta região, pode se desenvolver relativamente bem em solos ácidos e pobres em nutrientes (SCHOTSMANS et al., 2011). Entretanto, na prática comercial, o melhor desenvolvimento e produtividade são obtidos em solos bem drenados com alto teor de matéria orgânica e pH entre 6,0 e 6,5 (THORP et al., 2002).

O uso de técnicas como a calagem que antecede a adubação tem como objetivo elevar o pH e neutralizar o alumínio (Al) e o manganês (Mn), tóxicos para as plantas, favorecendo o desenvolvimento do sistema radicular e consequentemente aumentando a eficiência no uso da água e absorção de nutrientes (AMARANTE et al., 2007; ERNANI et al., 2000). Com a calagem, há também maior disponibilidade no solo de Ca e Mg, e aumento da disponibilidade de outros nutrientes, como é o caso do P (NATALE et al., 2008). Ao corrigir a acidez se reduz a fixação de P por precipitar as formas trocáveis de Al e Fe e por diminuir as cargas positivas dos óxidos (BRUNETTO et al., 2016). Para a goiabeira-serrana é recomendado o uso de calcário dolomítico com o fim de manter o equilíbrio nas quantidades de Ca e Mg, assim como

maior disponibilidade destes nutrientes (CIOTTA et al., 2018). O Ca pode ser encontrado na solução do solo complexado ao carbono orgânico ou na forma livre, principalmente como Ca^{+2} . Inicialmente o Ca^{+2} utiliza o fluxo de massa para sua movimentação do solo até as raízes das plantas, e dentro da planta o movimento é via xilema (PEREZ et al., 2015; HOCKING et al., 2016).

O Ca é considerado essencial na conservação pós-colheita da qualidade de frutas e hortaliças (PEREZ et al., 2015; SINHA et al., 2019), por sua importante função no fornecimento de resistência mecânica da parede celular (TAIZ; ZEIGER, 2017), fator fundamental para a textura dos frutos, tornando-os mais firmes e mais resistentes às injúrias na pós-colheita. Enquanto ao P são poucas as informações da influência da adubação fosfatada sobre a qualidade dos frutos. Segundo Nava et al. (2002), as alterações da textura em frutos de maçã podem estar relacionados com baixos teores de P, no entanto Gerber (2016), avaliando maçãs Fuji, não observou influência da aplicação de P ao solo sobre os atributos de SS, AT e firmeza. Já em frutos de melão a aplicação de P via fertirrigação, resultaram numa melhoria na doçura, firmeza e cor dos frutos (MARTUSCELLI et al., 2015). Porém o P tem grande importância no crescimento e formação do sistema radicular, de igual modo atua no processo da floração, formação de frutos e sementes (MIYAKE, 2016; CRUZ et al., 2015), e é um componente integral de metabólitos primários, como os fosfolipídios e ácidos nucleicos (PLAXTON, 2011).

Segundo Nachtigal et al. (1994), o P é um elemento essencial na etapa de crescimento inicial da goiabeira-serrana, este mesmo autor avaliando mudas desta planta num experimento em vaso observou que o aumento das doses de P no solo, tem efeitos sobre a matéria seca das raízes e parte aérea, bem como nas quantidades extraídas de N, P e K pela planta. Pelo contrário em condições de campo a adubação fosfatada não mostrou efeito no crescimento das plantas ou no rendimento de frutos porém, observou-se que a calagem do solo permitiu melhorias no crescimento, produção de frutos e colonização de micorrizas (NAVA et al., 2016). Estes trabalhos mostram o efeito da adubação fosfatada e da calagem do solo no crescimento vegetativo das plantas, mas não para a qualidade dos frutos. Porém sabe-se que os atributos físico-químicos dos frutos está diretamente relacionada às condições climáticas, condições de crescimento e adubação (AULAR et al., 2013).

Desta forma se tem como hipóteses que a calagem e adubação fosfatada pode ter efeitos benéficos sobre as propriedades físico-químicas dos frutos ao disponibilizar os nutrientes para a planta. Diante o exposto e visto o elevado potencial produtivo, econômico e nutricional desta espécie, este trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos das doses de calcário e fósforo

aplicados ao solo na manutenção das características físico-químicas e na concentração mineral dos frutos na colheita e durante o armazenamento e a vida de prateleira.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado com frutos da cultivar Helena, colhidos em pomar da Estação Experimental da Epagri, em São Joaquim, SC (28°17'25" S, 49°56'56" W, altitude de 1415m).

O delineamento experimental foi em blocos ao caso (três blocos) com parcelas subdivididas, onde as parcelas foram constituídas por quatro doses de calcário (0, 12, 24 e 36 Mg ha⁻¹, correspondentes, respectivamente, aos níveis de calagem de 0, 25, 50 e 100%, necessários para elevar o pH para 6,5), e as subparcelas por cinco doses de fósforo (0, 60, 120, 180, e 240 kg de P₂O₅ ha⁻¹). A área experimental foi implantada em 2010.

A colheita dos frutos foi realizada no ponto de maturação *touch picking* (quando os frutos se desprendem facilmente da planta). Foram selecionados quatro frutos, livres de danos mecânicos ou ataque de pragas e doenças. Os frutos foram avaliados quanto à qualidade na colheita, e após 21 dias de armazenamento em câmara fria (a 4±1°C /90±5% RH), seguido de dois dias em condições ambiente (a 20±4°C /65±5% RH). Durante a colheita forma avaliados peso médio dos frutos, rendimento de polpa (%), teores totais dos macronutrientes cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), nitrogênio (N) e potássio (K), teores de alumínio (Al) e dos micronutrientes ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn), bário (Ba), berílio (Be), cobalto (Co), molibdênio (Mo), níquel (Ni), cádmio (Cd), silício (Si), cromo (Cr), nos tecidos de casca e polpa,

Os atributos de cor, forças para penetração da casca e polpa, resistência a compressão, severidade de escurecimento de polpa, acidez titulável (AT), teores de sólidos solúveis (SS), relação SS/AT, foram avaliados durante os três períodos. Já para a atividade antioxidante total (AAT), conteúdo de compostos fenólicos totais (CFT), forma determinados durante a colheita e após armazenamento mais dois dias em condições ambiente.

O peso médio dos frutos (g) e o rendimento de polpa (%) foram avaliados em balança digital de precisão (0,0001g) modelo GE1302. Para o rendimento de polpa foi dividido o peso da polpa pelo o peso total do fruto, multiplicado por 100.

Na digestão para avaliar as concentrações de K, utilizou-se 2,5 g de casca e 5 g de polpa, e logo foram levadas em forno mufla a 630 °C para logo serem feitas as leituras em fotômetro de chama.

Os teores de N foram determinados pelo método de Kjeldahl. Utilizou-se 2 g da amostra em tubos de digestão, em seguida adicionou-se 2 mL de ácido sulfúrico e 3 mL de água oxigenada. No bloco, após atingir 350 °C, as amostras foram mantidas por 60 minutos, e em

seguida adicionado 3 mL de água oxigenada. Os tubos foram mantidos por mais 90 minutos no bloco, sendo depois retirados do bloco digestor, e as amostras transferidas para tubos, completando-se o volume de 50 mL com água destilada, para posterior destilação de amônia em equipamento Kjeldahl (TEDESCO et al., 1995).

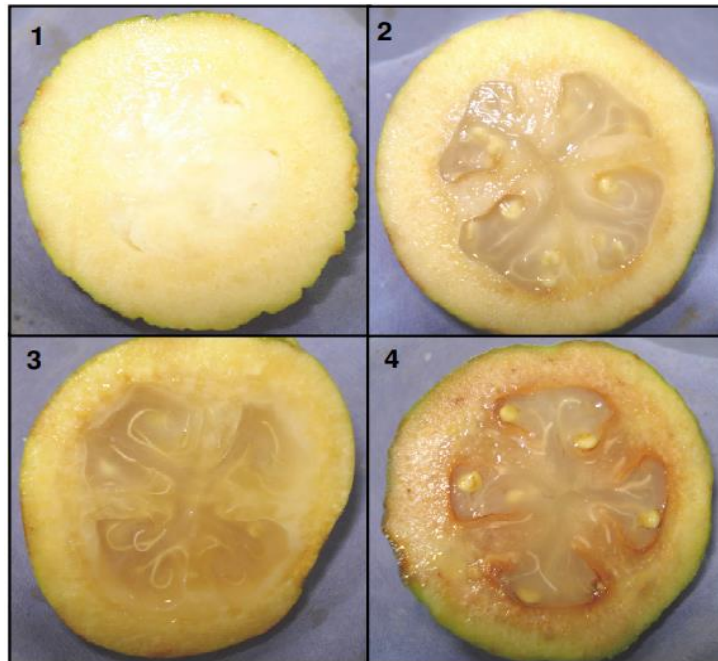
Para a digestão na quantificação dos demais elementos, pesaram-se 3 g da amostra em tubos de digestão, adicionando-se em seguida 2 mL de ácido nítrico, deixando em repouso por 24 h. Após foi adicionado 3 mL de peróxido de hidrogênio. Posteriormente foi levado para digestão em micro-ondas. Após o término da digestão, os tubos foram abertos e as amostras foram transferidas para tubos, completando-se o volume de 20 mL com água destilada, para posterior leitura no Espectrômetro de Emissão Óptica por Plasma Acoplado Indutivamente (ICP-OES).

A coloração da casca e da polpa foram avaliadas com o colorímetro Konica Minolta®, modelo CR 400 (Osaka, Japão), através dos parâmetros de luminosidade (L), cromaticidade (C) e ângulo hue (h°). Para a casca, as leituras foram realizadas na região equatorial do fruto, em duas regiões opostas, e na polpa foi feita na região equatorial imediatamente após o corte transversal. O L expressa a luminosidade, numa escala que varia de 0 (equivalendo ao preto) a 100 (correspondendo ao branco). O h° define a coloração básica, em que $0^\circ =$ vermelho, $90^\circ =$ amarelo e $180^\circ =$ verde.

As forças para penetração da casca e polpa e para a compressão do fruto foram determinadas na região equatorial dos frutos, utilizando-se um texturômetro modelo TAXT-Plus® (Stable Micro Systems Ltd., Reino Unido), sendo os dados das variáveis expressas em Newtons (N). A penetração na casca e polpa foi realizada em uma das regiões do fruto, utilizando uma ponteira modelo PS2, com 2 mm de diâmetro, sem remoção da epiderme. A ponteira foi introduzida a 8 mm de profundidade, com velocidade pré-teste, teste e pós-teste de 10, 1 e 10 mm s⁻¹, respectivamente. Para a compressão, o fruto foi posicionado em um ângulo de 45° em relação ao furo feito pela penetração, em uma plataforma modelo P/75, com 75 mm de diâmetro, com velocidades de pré-teste, teste e pós-teste de 10, 0,5 e 30 mm s⁻¹, respectivamente, com uma força de compressão até a deformação de 3 mm na superfície do fruto.

As análises de severidade de escurecimento da polpa foram efetuadas através de análise visual, atribuindo-se notas de 1 a 4 (1-Ausente; 2- inicial; 3-moderado, e 4-severo), e foi calculada através do somatório do produto do número de frutos que apresentaram a mesma nota pela respectiva nota, dividido pelo total de frutos da amostra (Velho et al., 2009).

Figura 1 - Escurecimento da polpa em goiaba serrana (1- Ausente, 2 - Inicial 3 - Moderado, 4 -Severo).



Fonte: Velho et al. (2009)

A acidez titulável (AT; % de ácido cítrico) foi obtida por titulometria em uma amostra de 5 ml de suco previamente extraído da polpa com o auxílio de um multiprocessador de alimentos. Esta amostra foi diluída em 45 ml de água destilada e titulada com solução de NaOH 0,1 N até pH 8,1. Os teores de sólidos solúveis (SS; %) foram determinados por refratometria, utilizando-se o suco extraído, conforme descrito para AT, com auxílio de um refratômetro digital.

Para a obtenção do extrato e posterior quantificação de compostos fenólicos totais (CFT) e atividade antioxidante total (AAT) foi utilizada metodologia adaptada de Larrauri et al. (1997). Foram utilizados 2,5 g de polpa e casca, deixados em 10 ml de metanol a 50% por uma hora. Após o material foi centrifugado a 15000 rpm por 10 minutos. O sobrenadante foi armazenado e o resíduo submetido a uma nova extração com 10 ml de acetona 70%. Após uma hora o material foi novamente centrifugado, acrescentando o sobrenadante ao anterior, completando o volume para 25 ml com água destilada.

A AAT foi determinada utilizando as metodologias baseadas na capacidade do extrato de sequestrar o radical 2,2' -azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico), através do método ABTS (Rufino et al., 2007). No método ABTS, o radical foi gerado a partir da reação da solução estoque de ABTS (5 mM) com o persulfato de potássio (140 mM). A solução foi

mantida no escuro por 16 horas, à temperatura ambiente, em seguida, a mistura foi diluída com álcool etílico até obter uma absorvância de $0,70 \pm 0,05$, no comprimento de onda (λ) de 734 nm. Em ambiente escuro, foi utilizado 30 μL de cada diluição da amostra com 3 ml do radical ABTS, seguido de homogeneização em agitador de tubos Vortex. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro, no λ de 734 nm, após seis minutos da mistura. A partir das absorvâncias obtidas das diferentes diluições dos extratos, foi obtida a equação da reta, e os resultados expressos em μMol de equivalência Trolox por 100g de massa fresca (μMol trolox/100 g MF) (Rufino et al., 2007).

A quantificação de CFT foi realizada através do método colorimétrico Folin-Ciocalteu, que envolve a redução do reagente pelos compostos fenólicos da amostra, com a formação de um complexo azul, que aumenta linearmente a absorvância no λ de 760 nm (Swain e Hillis 1959). Em 50 μL de extrato original foram adicionados 0,605 μL do reagente Folin-Ciocalteu. A amostra ficou em repouso por 3 minutos, para logo ser adicionados 1000 μL de solução de carbonato de sódio e deixados em repouso por 30 minutos em ambiente escuro. As leituras foram realizadas em espectrofotômetro, no λ de 760 nm. O conteúdo de CFT foi expresso em mg de equivalente de ácido gálico por 100g de massa fresca (mg EAG/100 g matéria fresca), usando a equação da reta obtida da calibração da curva com o ácido gálico.

Os dados quantitativos dos efeitos de doses de calcário e de P aplicados ao solo sobre as variáveis de qualidade dos frutos foram analisados através de contrastes ortogonais polinomiais, no *software* estatístico SAS[®] University Edition (SAS INSTITUTE, 2017).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que não houve interação dos fatores calagem e adubação fosfatada para todas as variáveis de qualidade físico-químicas. Do mesmo modo, não foram observados efeitos das doses de P, exceto para os macronutrientes K, Ca, P e a relação K/Ca, na casca e polpa (Tabela 2).

Verificou-se efeito de doses de calcário para as variáveis analisadas, exceto para os teores de N na casca e polpa (Tabela 1). Segundo Rosas-Patiño et al. (2017), a calagem não tem efeito sobre os teores de N nos frutos, uma vez que este nutriente é aportado principalmente pela mineralização da matéria orgânica.

Observaram-se na casca incrementos lineares para os teores de Ca e quadráticos para Mg, enquanto ao K e P, os teores destes elementos diminuíram de forma linear e quadrática respectivamente em resposta ao aumento na dose de calcário. Na polpa, a aplicação de calcário aumentou os teores de Ca e diminuiu os teores K, Mg e P, segundo modelo linear (Tabela 1).

De forma geral, para a cultivar Helena, Souza (2015) constatou, respectivamente, teores de Ca, K, Mg, P e N na casca de 108; 3635; 21; 261; 1408 mg kg⁻¹ MF, e para polpa de 93; 2143; 28; 2058; 2940 mg.kg⁻¹ MF. Os teores de K, P e N encontrados na casca e polpa no presente estudo foram inferiores aos reportados por Souza (2015). Pode-se verificar que os teores de Ca na casca e polpa estão próximos aos valores reportados por Souza (2015), enquanto os teores de Mg foram superiores, em ambos os tecidos, variando de 95,37 a 116,08 mg.kg⁻¹ MF na casca e 111,51 a 160,55 mg.kg⁻¹ MF na polpa.

O incremento das doses de calcário elevou o conteúdo de Ca nos frutos, o que pode ser atribuído à composição do calcário dolomítico, que fornece e disponibiliza este nutriente ao solo para absorção pelas plantas (NAVA et al., 2016).

Provavelmente, a diminuição nos teores de K com o aumento das doses de calcário, tenha sido causado pelo aumento de cátions divalentes Ca e Mg no solo, que podem substituir o K, na troca de cátions (ROSAS-PATIÑO et al., 2017; HAMILTON et al., 2012). Os teores de P foram maiores nas doses de 24 e 12 Mg ha⁻¹ na casca e polpa respectivamente, no entanto com aumento das doses de calcário os teores deste elemento diminuíram (Tabela 1). Segundo Souza et al. (2006) doses elevadas de calcário e maior teor de Ca trocável forma fosfatos bi e tricálcicos de baixa solubilidade o que eleva a adsorção do P e com isso menor disponibilidade deste elemento para a planta. Comportamento similar foi observado por De Macedo et al. (2012) avaliando a calagem e adubação fosfatada em mudas de araçá-boi, onde o acúmulo de P aumentou nas doses menores e reduziu quando se aplicaram doses maiores, este mesmo autor

relaciona a maior disponibilidade com as doses menores pelo aumento do pH e a liberação do P, pela precipitação das formas trocáveis de Al e Fe e por diminuir as cargas positivas dos óxidos (HIGGINS et al., 2012).

Tabela 1 - Conteúdo de macronutrientes na casca e polpa de frutos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) colhidos de plantas submetidas a diferentes doses de calcário. Valores representam a média \pm erro padrão da média.

Doses calcário ⁽¹⁾ (Mg ha ⁻¹)	K	Ca	Mg	P	N
-----mg.kg ⁻¹ MF-----					
Casca					
0	2502,1 \pm 153,1	94,25 \pm 9,87	95,37 \pm 3,29	122,73 \pm 5,24	1221,06 \pm 44,01
12	2204,5 \pm 81,3	148,51 \pm 12,30	116,08 \pm 2,07	118,71 \pm 2,81	1000,54 \pm 56,14
24	1958,5 \pm 44,5	156,98 \pm 8,05	113,62 \pm 5,17	151,15 \pm 12,61	1351,78 \pm 125,89
36	2070,5 \pm 122,6	161,33 \pm 14,25	104,23 \pm 3,70	115,65 \pm 4,07	960,74 \pm 77,76
Probabilidade ⁽²⁾					
- Linear	<0,0001	<0,0001	ns	ns	ns
-Quadrático	0,0051	0,0097	0,0001	0,0021	ns
Polpa					
0	1752,9 \pm 46,1	64,74 \pm 6,53	142,48 \pm 12,89	240,35 \pm 28,21	1198,01 \pm 146,37
12	1703,1 \pm 49,8	98,245 \pm 12,71	160,55 \pm 17,15	272,84 \pm 35,83	1473,28 \pm 135,12
24	1326,6 \pm 40,4	75,271 \pm 7,20	111,51 \pm 9,90	165,80 \pm 23,24	897,42 \pm 134,53
36	1614,1 \pm 72,7	83,782 \pm 10,86	127,25 \pm 11,78	222,58 \pm 17,89	1408,27 \pm 168,16
Probabilidade ⁽²⁾					
- Linear	0,0002	ns	0,0251	0,0623	ns
-Quadrático	0,0004	0,1000	ns	ns	ns

⁽¹⁾ Doses de calcário associadas, respetivamente, a 0, 25, 50, e 100% da dose necessária para incrementar o pH do solo para 6,5.

⁽²⁾ Probabilidade de significância para contrastes ortogonais polinomiais linear e quadrático para doses de calcário. ns: não significativo ($p > 0,10$).

Observou-se efeitos das doses de P nos teores dos macronutrientes nos frutos (Tabela 2). O teor máximo de P na casca foi de 147,9 mg.kg⁻¹ MF na dose de 180 kg.ha⁻¹ de P₂O₅. Na dose superior a esta, o teor de P na casca diminuiu, passando a 114,1 mg.kg⁻¹ MF. Na polpa houve ajuste ao modelo quadrático, com maior teor de P (264,8 mg.kg⁻¹ MF) na dose de 60 kg.ha⁻¹ de P₂O₅. Estes resultados mostram que as menores doses (60, 120 e 180 kg.ha⁻¹ de P₂O₅) são suficientes para incrementar os teores de P no fruto, o que pode estar relacionado com a alta capacidade de absorção e eficiência no uso deste nutriente, uma vez que esta espécie está adaptada a solos com baixos teores de P (CORRÊA et al 2003; NAVA et al., 2016). Como é sabido o P é um elemento importante para o crescimento e formação do sistema radicular (MIYAKE, 2016; CRUZ et al., 2015), desta forma o fornecimento deve ser equilibrado já que doses altas doses de adubo fosfatado podem causar toxicidade e reduzir o crescimento das raízes e consequentemente a absorção deste elemento (LIMA et al., 2014). Fato que pode estar relacionado com a diminuição dos teores de P nos frutos com as maiores doses de P aplicados ao solo. Martuscelli et al. (2015), avaliando quatro doses de P (50, 150, 200 e 250) sobre a

qualidade de melão, observou-se que a doses de 200 kg de P_2O_5 ha^{-1} é suficiente para manter um bom rendimento e uma boa qualidade do fruto de melão.

Para o teor de K na casca houve efeito linear significativo, diminuindo de acordo com o aumento das doses de P. Na polpa, o decréscimo no teor de K com o aumento das doses de P apresentou efeito quadrático. Este comportamento é contrário do observado em macieiras por Gerber et al. (2016), em que a adubação fosfatada não afetou os teores de K nos frutos.

Quanto ao teor de Ca na casca, não houve efeito das doses de P. Entretanto, houve diminuição na relação K/Ca com aumento das doses de P, devido a redução dos teores de K. Na polpa, as maiores doses de P diminuíram os teores de Ca e a relação K/Ca aumentou, segundo modelo quadrático. Cabe ressaltar que os teores de Ca na casca e polpa foram superiores aos reportados por Souza (2015).

Tabela 2 - Conteúdo de fósforo (P), potássio (K) e cálcio (Ca), e relação K/Ca, na polpa e casca de frutos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) colhidos de plantas submetidas a diferentes doses de fósforo no solo. Valores representam a média \pm erro padrão da média.

Doses fósforo (kg de P_2O_5 . ha^{-1})	P	K	Ca	K/Ca
	----- mg.kg ⁻¹ MF -----			
	Casca			
0	121,8 \pm 4,85	2588,7 \pm 132,3	134,3 \pm 10,05	21,66 \pm 3,19
60	124,3 \pm 4,07	2218,0 \pm 98,7	133,3 \pm 10,32	18,44 \pm 2,41
120	127,1 \pm 4,94	2279,9 \pm 142,1	152,0 \pm 13,85	16,51 \pm 1,87
180	147,9 \pm 16,93	1789,9 \pm 80,6	148,2 \pm 22,52	15,84 \pm 2,61
240	114,1 \pm 4,18	2043,1 \pm 89,3	133,5 \pm 14,68	17,52 \pm 2,27
Probabilidade ⁽¹⁾				
- Linear	0,0016	<0,0001	ns	0,0071
- Quadrático	0,0934	ns	ns	ns
	Polpa			
0	160,0 \pm 9,36	1733,1 \pm 68,63	66,94 \pm 5,20	27,86 \pm 2,37
60	264,8 \pm 40,79	1474,7 \pm 58,03	103,25 \pm 15,5	20,50 \pm 4,71
120	261,9 \pm 30,69	1518,0 \pm 81,84	94,75 \pm 11,7	18,13 \pm 1,92
180	200,8 \pm 26,81	1613,1 \pm 81,25	62,57 \pm 5,6	27,71 \pm 2,26
240	239,4 \pm 35,02	1657,0 \pm 73,27	75,04 \pm 10,6	30,34 \pm 6,45
Probabilidade ⁽¹⁾				
- Linear	ns	ns	ns	ns
- Quadrático	0,0004	0,0008	0,0003	0,0316

⁽¹⁾ Probabilidade de significância para contrastes ortogonais polinomiais linear e quadrático para doses de calcário. ns: não significativo ($p > 0,10$).

Em relação aos teores de Fe, Zn, Mn e Cu, verificou-se, de maneira geral, decréscimo linear com o aumento das doses de calcário (Tabela 3), sendo os valores inferiores aos reportados por Souza (2015) para a mesma cultivar. Entretanto, estes resultados foram similares

aos encontrados por Paulino (2017) na avaliação de micronutrientes nos tecidos casca e polpa de goiaba-serrana provenientes de pomares comerciais e experimentais de São Joaquim.

A redução da disponibilidade dos micronutrientes pela aplicação do calcário é ocasionado pelo aumento do pH no solo, que reduz a disponibilidade de elementos como o Mn, Al, Cu, Cd e Zn, além de minimizar a toxicidade que alguns destes podem ocasionar (CHATZISTATHIS et al., 2015; GREWAL, 2010). Segundo Nachtigall et al. (2009), a maior disponibilidade de Zn e Mn é em solos com pH 3,8. Este mesmo comportamento foi observado por Rosas-Patiño et al. (2017) para Cu e Fe, uma vez que a calagem incrementou o pH acima de 5,4 e diminuiu a disponibilidade destes micronutrientes.

Para o Al, os teores da casca diminuíram com as maiores doses de calcário (Tabela 3). No entanto, na polpa houve aumento nos teores deste elemento com a maior dose (36 Mg ha⁻¹). Com a aplicação do calcário o Al é neutralizado e reduzida sua disponibilidade para a planta (GREWAL, 2010), com isso esperava-se redução dos teores deste elemento na polpa, da mesma forma que ocorreu na casca. De forma geral o Al é considerado um elemento não essencial para as plantas, e pode se acumular nos tecidos vegetais em quantidades relativamente pequenas (0,1 a 500 µg g⁻¹ MS) (TAIZ; ZIGER, 2017).

O teor de Ba na casca e polpa variou de 0,999 a 4,190 mg.kg⁻¹ MF e 0,277 a 1,666 mg.kg⁻¹ MF, respectivamente, apresentando os menores valores para as maiores doses de calcário (Tabela 3). Para Si, Ni e Cr na casca não houve efeito das doses de calcário (Tabela 4). No entanto, os teores destes micronutrientes na polpa diminuíram linearmente com o aumento nas doses de calcário.

Para o Mo, os maiores teores na casca ocorreram nas doses de 12 e 24 Mg.ha⁻¹ de calcário, com valores de 13,827 e 14,727 ng.kg⁻¹ MF, respectivamente, com ajuste ao modelo quadrático (Tabela 4). Na polpa, os maiores teores de Mo foram nos frutos provenientes de plantas que receberam a doses de 36 Mg ha⁻¹ de calcário. Este comportamento do Mo é contrário aos outros micronutrientes, já que a medida que aumenta o pH do solo há maior disponibilidade deste elemento para as plantas (MALAVOLTA, 1980).

Quanto aos teores de Co, Cd e Be na casca e polpa, houve efeito linear, diminuindo com o aumento nas doses de calcário (Tabela 4).

Tabela 3 - Conteúdo de alumínio (Al) e micronutrientes na casca e polpa de frutos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) colhidos de plantas submetidas a diferentes doses de calcário. Valores representam a média \pm erro padrão da média.

Doses calcário ⁽¹⁾ (Mg ha ⁻¹)	Al	Fe	Zn	Mn	Ba	Cu
----- mg.kg ⁻¹ MF -----						
Casca						
0	64,30 \pm 11,75	23,99 \pm 3,37	4,768 \pm 1,070	4,606 \pm 0,179	4,190 \pm 0,480	2,001 \pm 0,205
12	35,06 \pm 10,43	16,86 \pm 4,24	3,832 \pm 1,098	1,881 \pm 0,128	1,875 \pm 0,234	1,265 \pm 0,144
24	9,53 \pm 3,33	5,66 \pm 2,61	1,382 \pm 0,568	1,094 \pm 0,063	1,295 \pm 0,176	1,130 \pm 0,097
36	7,87 \pm 3,89	4,71 \pm 1,67	0,578 \pm 0,120	0,849 \pm 0,046	0,999 \pm 0,109	0,911 \pm 0,075
Probabilidade ⁽²⁾						
- Linear	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
-Quadrático	0,0430	ns	ns	<0,0001	0,0002	0,0132
Polpa						
0	3,50 \pm 0,154	3,631 \pm 0,423	1,693 \pm 0,165	3,373 \pm 0,341	1,666 \pm 0,138	0,9052 \pm 0,0895
12	1,66 \pm 0,285	3,087 \pm 0,661	1,746 \pm 0,355	1,893 \pm 0,207	0,895 \pm 0,127	0,7927 \pm 0,1414
24	5,58 \pm 0,522	3,227 \pm 0,585	1,238 \pm 0,180	0,654 \pm 0,072	0,284 \pm 0,060	0,3691 \pm 0,1003
36	16,85 \pm 2,847	5,104 \pm 0,544	1,493 \pm 0,236	0,370 \pm 0,092	0,277 \pm 0,065	0,6799 \pm 0,1203
Probabilidade ⁽²⁾						
- Linear	<0,0001	0,0249	ns	<0,0001	<0,0001	0,0157
-Quadrático	0,0008	0,0087	ns	0,0036	<0,0001	0,0353

⁽¹⁾ Doses de calcário associadas respectivamente 0, 25, 50, e 100% da dose necessária para incrementar o pH do solo para 6,5.

⁽²⁾ Probabilidade de significância para contrastes ortogonais polinomiais linear e quadrático para doses de calcário. ns: não significativo ($p > 0,10$).

Tabela 4 - Conteúdo de micronutrientes na casca e polpa de frutos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) colhidos de plantas submetidas a diferentes doses de calcário. Valores representam a média \pm erro padrão da média.

Doses calcário(1) (Mg ha-1)	Si	Mo	Ni	Cr	Co	Cd	Be
-----ng.kg ⁻¹ MF-----							
0	84,79 \pm 10,17	3,767 \pm 1,843	6,72 \pm 1,799	2,75 \pm 0,710	5,767 \pm 0,462	1,220 \pm 0,325	93,33 \pm 41,94
12	67,75 \pm 13,41	13,827 \pm 3,908	8,65 \pm 1,688	3,13 \pm 0,540	6,113 \pm 0,529	1,653 \pm 0,379	100,00 \pm 16,90
24	108,01 \pm 26,61	14,727 \pm 2,931	5,15 \pm 1,311	2,50 \pm 0,705	4,313 \pm 0,751	0,813 \pm 0,244	0 \pm 0
36	50,55 \pm 10,85	8,220 \pm 2,730	6,21 \pm 0,796	10,14 \pm 7,601	4,407 \pm 0,500	0,620 \pm 0,327	0 \pm 0
Probabilidade ⁽²⁾							
- Linear	ns	ns	ns	ns	0,0212	0,0439	0,0005
- Quadrático	ns	0,0056	ns	ns	ns	ns	ns
0	0 \pm 0	399,15 \pm 0,145	364,20 \pm 83,88	223,21 \pm 46,98	212,33 \pm 0,050	63,65 \pm 19,20	1866,67 \pm 209,69
12	0 \pm 0	99,26 \pm 0,073	105,67 \pm 59,02	158,53 \pm 34,50	4,75 \pm 0,001	48,95 \pm 17,37	1000,00 \pm 161,83
24	0 \pm 0	145,63 \pm 0,076	22,51 \pm 20,00	129,88 \pm 26,58	42,21 \pm 0,023	2,07 \pm 0,34	0 \pm 0
36	0 \pm 0	670,38 \pm 0,218	99,33 \pm 37,59	18,93 \pm 16,91	34,96 \pm 0,014	1,94 \pm 0,40	0 \pm 0
Probabilidade ⁽²⁾							
- Linear	-	ns	0,0003	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
- Quadrático	-	0,0032	0,0017	ns	<0,0001	ns	0,0008

(1) Doses de calcário associadas respectivamente 0, 25, 50, e 100% da dose necessária para incrementar o pH do solo para 6,5.

(2) Probabilidade de significância para contrastes ortogonais polinomiais linear e quadrático para doses de calcário. ns: não significativo ($p > 0,10$).

Observou-se diminuição das relações K/Ca, Mg/Ca, N/Ca e (K+Mg+N)/Ca na casca, para polpa as relações K/Ca e (K+Mg+N)/Ca apresentaram ajuste ao modelo quadrático com o aumento nas doses de calcário (Tabela 5). Este comportamento é atribuído ao aumento dos teores de Ca nos frutos com as maiores doses de calcário. Além do teor de Ca, as suas relações com K, Mg e N pode ser mais relevante para determinar desordens fisiológicas durante o armazenamento de frutos (AMARANTE et al., 2006;). Em outras frutíferas, como maçãs, relações elevadas de Mg/Ca ($\geq 0,77 \text{ mg kg}^{-1}$) e (K+Mg+N)/Ca ($\geq 28 \text{ mg kg}^{-1}$) são determinantes para a predição de distúrbios fisiológicas, como degenerescência de polpa e *bitter pit* (CÔRREA et al., 2012; AMARANTE et al., 2006). Do mesmo modo, relações K/Ca e N/Ca podem predizer desordens fisiológicas em mangas (Assis et al., 2004). Entretanto, estas relações são dependentes de diversos fatores, o que torna difícil fazer uma comparação entre diferentes manejos, culturas e condições climáticas (AMARANTE et al., 2012).

As relações K/Ca, Mg/Ca, N/Ca e (K+Mg+N)/Ca foram maiores na polpa quando comparados com a casca, como resultado dos menores valores individuais de Ca neste tecido. Segundo Assis et al. (2004), os teores de Ca na casca de frutos de manga são mais importantes para a predição de desordens fisiológicas do que os teores de Ca na polpa.

Tabela 5 - Relações dos minerais K, Mg e N com o Ca da casca e polpa de frutos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) tratados com diferentes doses de calcário. Valores representam a média \pm erro padrão da média.

Doses calcário ⁽¹⁾ (Mg ha ⁻¹)	K/Ca	Mg/Ca	N/Ca	(K+Mg+N)/Ca
Casca				
0	29,02 \pm 2,328	1,117 \pm 0,076	14,86 \pm 1,481	44,99 \pm 3,577
12	15,91 \pm 1,116	0,844 \pm 0,057	7,42 \pm 0,788	24,17 \pm 1,858
24	12,80 \pm 0,526	0,731 \pm 0,023	9,15 \pm 1,130	22,68 \pm 1,457
36	14,24 \pm 1,445	0,685 \pm 0,036	6,53 \pm 0,602	21,45 \pm 1,945
Probabilidade ⁽²⁾				
- Linear	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
- Quadrático	<0,0001	0,0060	0,0132	<0,0001
Polpa				
0	33,45 \pm 5,132	2,505 \pm 0,2990	22,07 \pm 5,465	58,03 \pm 9,386
12	21,88 \pm 2,651	1,745 \pm 0,1128	18,68 \pm 3,226	42,31 \pm 5,485
24	20,17 \pm 2,083	1,569 \pm 0,1176	12,57 \pm 1,564	34,30 \pm 3,296
36	24,13 \pm 3,217	1,638 \pm 0,1120	19,09 \pm 2,397	44,85 \pm 5,152
Probabilidade ⁽²⁾				
- Linear	0,0576	<0,0001	ns	ns
- Quadrático	0,0279	0,0048	ns	0,0537

⁽¹⁾ Doses de calcário associadas respectivamente 0, 25, 50, e 100% da dose necessária para incrementar o pH do solo para 6,5.

⁽²⁾ Probabilidade de significância para contrastes ortogonais polinomiais linear e quadrático para doses de calcário. ns: não significativo ($p > 0,10$).

Com relação a cor da casca, os valores de L e h° não foram afetados pela aplicação de calcário, na colheita e após armazenamento, embora o C tenha diminuído, conforme aumentou as doses de calcário (Tabela 6). Após o período de vida de prateleira, estas mesmas variáveis (L , C , h°) apresentaram uma redução linear com o aumento nas doses de calcário. Segundo Clark et al. (2005), as mudanças da coloração externa de frutos de goiabeira-serrana são quase imperceptíveis, e a cor verde pode se manter mesmo quando o fruto amadurece. No entanto, alguns genótipos de goiabeira-serrana podem apresentar mudanças de cor dos frutos, determinadas através do h° , indicando a perda da cor verde quando os valores são reduzidos (VELHO et al., 2011). As mudanças de cor estão relacionadas com a degradação da clorofila durante o processo de amadurecimento (SYMONS et al., 2012). Deste modo, alteração na cor da casca após armazenamento mais os dias de prateleira pode ter sido resultante do metabolismo de maturação dos frutos junto com a degradação de clorofilas, o que levou a diminuição do brilho e da intensidade da coloração verde (AMARANTE et al., 2008).

Os valores L , C , h° da polpa na colheita e pós-colheita tiveram redução linear com o aumento nas doses de calcário (Tabela 6). Os baixos valores destes parâmetros, principalmente do L (40 a 46), indicam que houve escurecimento na polpa. Amarante et al. (2017) verificaram redução nos valores do L na polpa na cultivar Helena, após armazenamento, apresentando valores de 53,3. Os resultados obtidos mostram que houve aumento no escurecimento da polpa com o aumento na dose de calcário.

Com relação à análise de textura, observou-se que houve redução nas forças de penetração e compressão, durante os três períodos avaliados (Tabela 7). No entanto, a aplicação de calcário se mostrou efetiva em goiabas cv. Paluma, dado que a calagem aumentou o teor de Ca nos frutos e aumentou a firmeza de polpa (PRADO et al., 2005). Segundo Aghdam et al. (2012), o Ca está relacionado com a manutenção da firmeza dos tecidos do fruto por formar parte da lamela média e das paredes celulares, reduzindo a atividade das enzimas de parede, tais como pectinametilesterase e poligalacturonase. Mesmo com aumento dos teores de Ca na casca e polpa, este comportamento não foi evidenciado neste trabalho. De modo simultâneo, os teores de Mg ficaram acima dos teores reportados por Souza (2015), causando possivelmente uma competição entre Ca e Mg pelos sítios de ligação (FREITAS et al., 2010). Na parede celular o Mg pode substituir o Ca nas substâncias pécticas, causando perda da firmeza (AZNAR-ANTOÑANZAS, 2001). Da mesma forma, na membrana plasmática o Mg não desempenha a mesma função de preservação de sua integridade, o que provoca o colapso da membrana e morte celular (FREITAS et al., 2010).

Segundo Mengel et al. (2000), não existe deficiência absoluta de Ca, porém se houver, um baixo fornecimento deste nutriente com a aplicação de calcário, o aumento dos teores de Ca na casca e polpa podem não ser suficientes para manter a firmeza do fruto. Possivelmente, para a goiaba-serrana é necessário uma aplicação contínua de Ca para manter os teores ideais de Ca no fruto, principal nutriente relacionado com a manutenção da firmeza. Têm-se demonstrado que pulverizações pré-colheita ou infiltrações e imersões pós-colheita permitem um fornecimento adicional de cálcio. Ramirez et al. (2005) estudaram os efeitos de imersão dos frutos de goiabeira-serrana cultivar Quimba em CaCl_2 , observando que essa prática diminuiu as perdas de firmeza e peso do fruto. Do mesmo modo em goiabas 'Pedro Sato', a aplicação de cálcio na pós-colheita desacelerou a atividade das enzimas pectinametilesterase e poligalacturonase, preservando a firmeza de polpa dos frutos (XISTO et al. 2004).

Apesar do incremento no rendimento que a calagem pode proporcionar (NATALE et al., 2007; PRADO et al., 2008), produtividade muito elevadas também podem interferir na qualidade do produto. Segundo Molina (2006), nem sempre altos rendimentos podem garantir a qualidade dos frutos, por causar problemas no tamanho e perdas de características externas, como cor e firmeza, devido a deficiências ou desequilíbrios nutricionais. Tal situação pode ter ocorrido neste trabalho, visto que o incremento do Ca não foi suficiente para manter a firmeza dos frutos. Desta forma, a adubação de forma isolada não assegura a manutenção da qualidade dos frutos, por esta ser dependente de outros aspectos relevantes na fase de campo como o equilíbrio entre os nutrientes, condições edafoclimáticas e cultivar (MOLINA, 2006; AULAR et al., 2013).

Tabela 6 - Atributos de cor na casca e polpa (L = luminosidade; C = cromaticidade; e h° = ângulo hue) de frutos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) colhidos de plantas submetidas a diferentes doses de calcário no solo, avaliados na colheita, após 21 dias de armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C/ $90\pm 5\%$ RH), seguido de dois dias de vida de prateleira (20 ± 4 °C/ $65\pm 5\%$ RH) (armazenamento refrigerado + vida de prateleira). Valores representam a média \pm erro padrão da média.

Doses de calcário ⁽¹⁾ (Mg ha ⁻¹)	L	C	h°	L	C	h°
	Casca			Polpa		
	Colheita					
0	42,41 \pm 0,7986	29,53 \pm 1,1137	121,60 \pm 0,7274	46,36 \pm 1,0387	9,17 \pm 0,3006	95,46 \pm 0,8680
12	42,49 \pm 0,6503	28,76 \pm 0,8862	122,82 \pm 0,7303	46,77 \pm 1,8342	8,87 \pm 0,3688	95,71 \pm 0,5372
24	43,22 \pm 0,4558	26,89 \pm 0,9829	121,28 \pm 0,7794	46,31 \pm 2,3110	9,02 \pm 0,2698	94,34 \pm 0,5408
36	41,75 \pm 0,3772	25,76 \pm 0,6079	123,46 \pm 0,3900	41,51 \pm 0,8347	8,70 \pm 0,4384	93,08 \pm 0,4274
Probabilidade ⁽²⁾						
- Linear	ns	0,0006	ns	0,0461	ns	0,0019
- Quadrático	ns	ns	ns	ns	ns	ns
	Armazenamento					
0	43,64 \pm 0,3295	26,51 \pm 0,4873	120,55 \pm 0,9995	45,99 \pm 1,5125	10,58 \pm 0,2674	92,49 \pm 0,9781
12	43,04 \pm 0,6623	26,11 \pm 0,7985	122,45 \pm 0,5419	41,99 \pm 1,2592	9,29 \pm 0,3545	91,63 \pm 0,5748
24	42,88 \pm 0,3519	25,61 \pm 0,5943	117,70 \pm 1,4114	43,36 \pm 0,9134	9,82 \pm 0,2793	92,00 \pm 0,6693
36	42,84 \pm 0,3797	25,42 \pm 0,6795	119,47 \pm 1,1032	40,88 \pm 0,9354	8,71 \pm 0,3309	90,69 \pm 0,8586
Probabilidade ⁽²⁾						
- Linear	ns	ns	ns	0,0009	0,0002	ns
- Quadrático	ns	0,0854	ns	ns	ns	ns
	Armazenamento + vida de prateleira					
0	44,36 \pm 0,4937	26,70 \pm 0,7891	118,09 \pm 1,2772	45,81 \pm 1,1834	10,95 \pm 0,3873	89,23 \pm 0,9025
12	43,19 \pm 0,4490	25,14 \pm 0,7395	117,78 \pm 1,3463	40,83 \pm 1,1332	9,15 \pm 0,3456	88,46 \pm 0,9258
24	42,41 \pm 0,6779	23,66 \pm 1,0225	110,87 \pm 2,4425	41,73 \pm 1,0894	9,53 \pm 0,4798	88,97 \pm 0,7804
36	42,08 \pm 0,6953	23,38 \pm 1,2828	112,52 \pm 2,7759	42,50 \pm 0,8668	8,73 \pm 0,3879	85,82 \pm 1,7822
Probabilidade ⁽²⁾						
- Linear	0,0066	0,0121	0,0098	0,0291	0,0005	0,0507
- Quadrático	ns	ns	ns	0,0026	0,0338	ns

⁽¹⁾ Doses de calcário associadas respectivamente 0, 25, 50, e 100% da dose necessária para incrementar o pH do solo para 6,5.

⁽²⁾ Probabilidade de significância para contrastes ortogonais polinomiais linear e quadrático para doses de calcário. ns: nao significativo ($p > 0,10$)

Na colheita, os frutos provenientes de plantas que receberam doses de calcário de 12 Mg ha⁻¹ e 24 Mg ha⁻¹ apresentaram maior peso médio, com valores de 96,14g e 97,29g, respectivamente. Com a análise mineral observou-se maior teor de Ca e Mg nos frutos, conforme aumentaram as doses de calcário (Tabela 1), o que pode ter favorecido o incremento do peso nos frutos. Comportamento similar foi observado por Flores-Cordova et al. (2018), em maçã, ao aplicar CaCO₃ ao solo, que relacionaram o aumento do peso dos frutos, com o incremento dos teores de Ca. Da mesma forma, Mancera-Lopez et al. (2007) observaram que maçãs com os maiores teores de Mg na casca e polpa apresentaram frutos com maior peso e tamanho.

Observou-se redução do rendimento de polpa com as maiores doses de calcário, o que indica que o maior peso dos frutos não está relacionado com o rendimento da polpa, mas possivelmente por uma maior espessura da casca. Ducroquet et al. (2007) relataram que o valor do rendimento de polpa da goiaba-serrana, principalmente para a cultivar Helena, encontra-se entre 25 e 32%, porem este rendimento de polpa pode variar dependendo da espessura da casca. De acordo com Souza et al. (2018), o ideal é alcançar médias mais próximas a 50% de rendimento, já que o consumidor procura frutos com maior conteúdo de polpa.

Tabela 7 - Força para penetração, compressão, peso médio do fruto e rendimento de polpa de frutos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) colhidos de plantas submetidas a diferentes doses de calcário no solo, avaliados na colheita, após 21 dias de armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C/ $90\pm 5\%$ RH), seguido de dois dias de vida de prateleira (20 ± 4 °C/ $65\pm 5\%$ RH) (armazenamento refrigerado+vida de prateleira). Valores representam a média \pm erro padrão da média.

Doses de calcário ⁽¹⁾ (Mg ha ⁻¹)	Força de penetração da casca (N)	Força de penetração da polpa (N)	Força de compressão (N)	Peso médio do fruto (g)	Rendimento de polpa (%)
		Colheita			
0	7,77 \pm 0,396	2,882 \pm 0,281	66,3 \pm 1,92	79,373 \pm 3,181	40,74 \pm 0,798
12	6,39 \pm 0,363	2,445 \pm 0,194	63,4 \pm 2,71	96,140 \pm 5,265	38,89 \pm 0,650
24	4,55 \pm 0,293	2,175 \pm 0,179	64,9 \pm 2,16	97,129 \pm 4,065	33,79 \pm 0,455
36	4,44 \pm 0,396	2,076 \pm 0,281	56,6 \pm 1,92	89,149 \pm 4,294	37,62 \pm 0,377
Probabilidade ⁽³⁾					
- Linear	<0,0001	0,0013	0,0023	ns	0,0121
- Quadrático	0,0381	ns	ns	0,0070	0,0258
		Armazenamento refrigerado			
0	6,66 \pm 0,336	2,489 \pm 0,126	52,7 \pm 1,54	-	-
12	5,09 \pm 0,408	1,780 \pm 0,195	50,3 \pm 3,37	-	-
24	4,09 \pm 0,168	1,668 \pm 0,092	41,7 \pm 1,57	-	-
36	3,64 \pm 0,170	1,594 \pm 0,098	39,1 \pm 1,83	-	-
Probabilidade ⁽³⁾					
- Linear	<0,0001	<0,0001	<0,0001	-	-
- Quadrático	0,0687	0,0133	ns	-	-
		Armazenamento + vida de prateleira			
0	5,774 \pm 0,435	2,021 \pm 0,227	41,0 \pm 3,23	-	-
12	4,566 \pm 0,299	1,421 \pm 0,158	37,7 \pm 2,12	-	-
24	3,453 \pm 0,205	1,299 \pm 0,073	33,1 \pm 2,11	-	-
36	3,716 \pm 0,172	1,366 \pm 0,080	29,9 \pm 1,67	-	-
Probabilidade ⁽³⁾					
- Linear	<0,0001	0,0042	0,0003	-	-
- Quadrático	0,0338	0,0351	ns	-	-

⁽¹⁾ Doses de calcário associadas respetivamente 0, 25, 50, e 100% da dose necessária para incrementar o pH do solo para 6,5.

⁽²⁾ Probabilidade de significância para contrastes ortogonais polinomiais linear e quadrático para doses de calcário. ns: não significativo ($p > 0,10$)

O teor de SS na colheita foi maior na dose de calcário de 12 Mg ha⁻¹. Após armazenamento seguido do período de vida de prateleira, os maiores teores se mantiveram nas doses de 12 e 24 Mg ha⁻¹, e a maior dose de calcário obteve os menores valores para SS (Tabela 8).

A AT dos frutos na colheita diminuiu de forma linear com o aumento das doses de calcário, já no período após o armazenamento e armazenamento mais vida de prateleira, o comportamento foi quadrático, onde inicialmente houve diminuição da AT e logo houve aumento com as maiores doses (Tabela 8). Segundo Muniz et al (2017), os ácidos orgânicos podem ter um leve incremento como aumento da maturação. Para a goiabeira-serrana o aumento da acidez pode ocorrer antes do climatério respiratório, fato evidenciado nos genótipos de goiaba-serrana da colômbia, mantidos numa temperatura de 16,3°C e uma humidade de 65,1% (Rodriguez et al., 2006). Este comportamento também foi evidenciado em frutos de jabuticaba, uma vez que houve aumento da AT em condições ambiente (BRUNINI et al., 2004).

A relação SS/AT na colheita não diferiu entre doses de calcário. Após armazenamento e armazenamento mais vida de prateleira, a relação SS/AT diminuiu de forma linear com o aumento nas doses de calcário (Tabela 8). Ao contrário dos resultados deste trabalho, Prado et al. (2005) mostraram que doses crescentes de calagem não afetaram os SS em frutos de goiaba cv. Paluma, porém reduziu a AT, resultando em maiores valores na relação SS/AT, considerando um efeito positivo da calagem ao manter os frutos mais doces.

Os frutos têm um contínuo processo de amadurecimento onde, de maneira geral, os teores de açúcares aumentam. Porém, ao estarem demasiadamente maduros, os teores de açúcares no fruto reduzem, refletindo em menor teor de SS (RODRIGUEZ et al., 2006).

Durante o amadurecimento dos frutos de goiabeira-serrana há um maior acúmulo de açúcares principalmente sacarose e frutose (HARMA, 1987). Possivelmente, a diminuição dos valores de SS e AT foi por causa de uma maior taxa respiratória dos frutos no período de pós-colheita, e com isso um maior consumo dos açúcares e dos ácidos orgânicos usados como substratos para o processo da respiração (MOURA et al., 2016; TAIZ; ZEIGER, 2017). Condições de armazenamento podem da mesma maneira ter efeitos sobre estas características. Amarante et al. (2013) encontraram baixos teores de SS e AT após armazenamento refrigerado em relação a fase de colheita, além do aumento na relação SS/AT, comprometendo assim a qualidade final dos frutos.

As maiores doses de calcário ocasionaram maior severidade do escurecimento de polpa nas três fases de avaliação dos frutos (Tabela 8). Segundo Petri et al. (2015), o escurecimento da polpa da goiaba-serrana é uma das características qualitativas que mais limitam o

armazenamento, e podem estar relacionadas com altos níveis de atividade da enzima polifenoloxidase (PPO). O escurecimento de polpa em frutos de maçã e pera também podem estar relacionado com altos teores de N, Mg e baixos teores de Ca nos frutos (AMARANTE et al., 2012; MARTIN et al., 2017). Martin et al. (2017), apresenta valores de 0,93 e 1,12 para as relações Mg/Ca e N/Ca respectivamente, em frutos com ocorrência de escurecimento de polpa em peras 'Rocha'. No entanto, neste trabalho observou-se que os teores de Ca na polpa aumentaram nas maiores doses de calcário, reduzindo as relações Mg/Ca e N/Ca (Tabela 5).

Existe uma relação entre os micronutrientes Zn e Cu e a atividade da enzima superóxido dismutase (SOD), enzima que atua como mecanismo de defesa e elimina as espécies reativas de oxigênio (PERALTA-PEREZ et al., 2012). Neste trabalho observou-se que os teores de Zn e Cu na polpa foram inferiores aos reportados por Souza (2015), possivelmente a redução destes micronutrientes diminuíram a atividade da enzima SOD. Segundo Castillo-Gonzales et al. (2018), o Zn está associado ao Cu, no sítio ativo da enzima, assim deficiências de Zn geram uma menor atividade da enzima SOD e maior acúmulo de radicais tóxicos de O₂.

Além a severidade do escurecimento da polpa foi mais elevada nos frutos que apresentaram menor teor de SS (Tabela 8). Os resultados deste trabalho estão de acordo com Rodriguez et al. (2006) que avaliando frutos sobre maduros de goiabeira-serrana encontraram que estes apresentavam diminuição dos SS pela degradação dos açúcares e conseqüentemente maior escurecimento de polpa. Da mesma forma o escurecimento pode ser intensificado por altas temperaturas e baixa umidade relativa (VELHO et al 2011; RODRIGUEZ et al., 2006). Fato evidenciado nos frutos expostos a temperatura ambiente, onde as notas de severidade variaram entre 2,150 a 3,189.

Tabela 8 - Sólidos solúveis (SS; %), acidez titulável (AT; % de ácido cítrico), relação SS/AT e severidade de escurecimento de polpa de frutos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*) colhidos de plantas submetidas a diferentes doses de calcário no solo, avaliados na colheita, após 21 dias de armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C/ $90\pm 5\%$ RH), seguido de dois dias de vida de prateleira (20 ± 4 °C/ $65\pm 5\%$ RH) (armazenamento refrigerado+vida de prateleira). Valores representam a média \pm erro padrão da média.

Doses de calcário ⁽¹⁾ (Mg ha ⁻¹)	SS (%)	AT (%)	Relação SS/AT	Severidade de escurecimento de polpa (1-4) ⁽²⁾
Colheita				
0	11,69 \pm 0,259	0,7520 \pm 0,0281	15,92 \pm 0,815	1,475 \pm 0,136
12	11,21 \pm 0,338	0,6981 \pm 0,0223	16,32 \pm 0,758	1,733 \pm 0,147
24	10,95 \pm 0,303	0,6862 \pm 0,0407	16,40 \pm 0,649	2,283 \pm 0,114
36	10,12 \pm 0,161	0,6387 \pm 0,0160	16,01 \pm 0,547	2,100 \pm 0,106
Probabilidade ⁽³⁾				
- Linear	<0,0001	0,0036	ns	<0,0001
- Quadrático	ns	ns	ns	0,0769
Armazenamento refrigerado				
0	10,87 \pm 0,143	0,4509 \pm 0,0349	25,77 \pm 1,656	2,067 \pm 0,108
12	10,67 \pm 0,189	0,4794 \pm 0,0216	22,91 \pm 1,137	2,567 \pm 0,141
24	10,65 \pm 0,328	0,5180 \pm 0,0252	21,35 \pm 1,389	2,933 \pm 0,139
36	9,88 \pm 0,235	0,4764 \pm 0,0167	21,26 \pm 1,150	2,939 \pm 0,149
Probabilidade ⁽³⁾				
- Linear	0,0025	ns	0,0033	<0,0001
- Quadrático	ns	0,0854	ns	0,0631
Armazenamento+vida de prateleira				
0	11,93 \pm 0,382	0,3664 \pm 0,0171	33,77 \pm 2,225	2,150 \pm 0,091
12	10,46 \pm 0,248	0,4943 \pm 0,0521	23,70 \pm 1,988	2,683 \pm 0,108
24	10,08 \pm 0,250	0,5186 \pm 0,0310	20,11 \pm 0,945	3,189 \pm 0,095
36	9,57 \pm 0,199	0,4385 \pm 0,0198	22,45 \pm 1,093	3,078 \pm 0,128
Probabilidade ⁽³⁾				
- Linear	<0,0001	0,0818	<0,0001	<0,0001
- Quadrático	0,0800	0,0015	0,0014	0,0039

⁽¹⁾ Doses de calcário associadas respectivamente 0, 25, 50, e 100% da dose necessária para incrementar o pH do solo para 6,5.

⁽²⁾ Probabilidade de significância para contrastes ortogonais polinomiais linear e quadrático para doses de calcário. ns: não significativo ($p > 0,10$).

Para AAT e conteúdo de CFT, observou-se diminuição nos valores para casca e polpa durante a colheita, segundo modelo linear e quadrático, respectivamente, com o aumento nas doses de calcário (Tabela 9). Este comportamento é contrário do observado por Flores Cordoba et al. (2018), que avaliando os efeitos do carbonato de cálcio (CaCO_3) aplicado ao solo, em maçãs cvs. Golden Delicious e Top Red, onde observaram incrementos nos valores de AAT e CFT, independentemente da dose aplicada. Possivelmente a redução dos valores para estas variáveis, está relacionado com o estado de maturação dos frutos. Silveira et al. (2015), avaliando frutos de goiabeira-serrana, encontraram maior valores de CFT e ATT em frutos imaturos do que em frutos sobre-maduros. Mesmo com diminuição da AAT e CFT, os valores encontrados são superiores aos reportados por Amarante et al. (2017) para a cultivar Helena.

No entanto, Sanchez-Riaño et al. (2019) reportaram valores similares para AAT (172,3 CAET $\mu\text{M/g}$ MF e 59 CAET $\mu\text{M/g}$ MF) e conteúdo de CFT (1614,1 mg AG/100 g MF e 595,9 mg AG/100 g MF) nas casca e polpa, em frutos cultivados na Colômbia.

Comparando os períodos colheita e armazenamento refrigerado+vida de prateleira (Tabela 9), observou-se que na colheita a casca apresentou decréscimo da AAT com as maiores doses de calcário, com comportamento inverso no período após armazenamento, onde a AAT aumentou conforme as doses de calcário. Para o conteúdo de CFT da casca, estes diminuíram conforme aumentaram as doses de calcário, nos dois períodos avaliados, apresentando valores maiores do que a polpa. Peng et al. (2019) identificaram 15 compostos na casca e 13 na polpa de goiaba-serrana, positivamente correlacionados com os níveis de atividade antioxidante, concluindo ter maior AAT na casca quando comparado com a polpa. O alto teor de CFT na casca e sua relação com a AAT, também foram reportados para outras frutas como maçã, manga, ameixa e kiwi (BERNARDES et al., 2011; KIM et al., 2010; VIEIRA et al., 2011). Os compostos fenólicos são substâncias essenciais para o crescimento, coloração e sabor dos frutos. Além de desempenhar funções nos mecanismos de defesa contra doenças e pragas, sendo uma das causas do alto teor de CFT na casca ao atuar como uma proteção (LA ROSA et al., 2019; JACQUES et al., 2011). O potencial de atividade antioxidante é variável com os compostos fenólicos presente no fruto, e isto pode explicar o aumento na AAT, embora o teor de compostos fenólicos totais tenha reduzido (PENG et al., 2019).

Tabela 9 - Atividade antioxidante total (AAT) e compostos fenólicos totais (CFT) na casca e polpa dos frutos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*), colhidos de plantas submetidos a diferentes doses de calcário ao solo, avaliados na colheita, após 21 dias de armazenamento refrigerado (4 ± 1 °C/ $90 \pm 5\%$ RH) seguido de dois dias de vida de prateleira (20 ± 4 °C/ $65 \pm 5\%$ RH) (armazenamento refrigerado + vida de prateleira). Valores representam a média \pm erro padrão.

Doses de Calcário ⁽¹⁾ (Mg ha ⁻¹)	AAT	CFT	AAT	CFT
	(μ Mol trolox/100 g MF)	(mg EAG ⁽³⁾ /100g MF)	(μ Mol trolox/100g MF)	(mg EAG ⁽³⁾ /100 g MF)
	Casca		Polpa	
	Colheita			
0	7276,1 \pm 183,1	1044,8 \pm 30,7	1791,6 \pm 90,4	756,5 \pm 33,9
12	6913,7 \pm 186,2	884,7 \pm 33,4	1693,4 \pm 82,3	581,2 \pm 25,2
24	6578,9 \pm 181,9	771,3 \pm 16,7	1760,9 \pm 128,0	483,2 \pm 55,2
36	5832,1 \pm 346,8	779,7 \pm 23,2	2044,2 \pm 77,8	726,0 \pm 39,5
Probabilidade ⁽⁴⁾				
- Linear	<0,0001	<0,0001	0,0017	ns
- Quadrático	ns	<0,0001	0,0012	<0,0001
	Armazenamento+vida de prateleira			
0	5346,3 \pm 219,8	952,8 \pm 29,8	2063,2 \pm 193,9	695,6 \pm 29,0
12	5879,4 \pm 189,7	1073,2 \pm 46,0	2032,4 \pm 79,0	617,9 \pm 34,8
24	6689,6 \pm 449,3	1060,4 \pm 70,2	2424,2 \pm 90,3	744,0 \pm 57,4
36	6700,1 \pm 415,8	1009,3 \pm 44,9	2019,2 \pm 105,9	696,8 \pm 23,7
Probabilidade ⁽⁴⁾				
- Linear	0,0053	ns	ns	ns
- Quadrático	ns	0,0178	ns	ns

⁽¹⁾ Doses de calcário associadas respectivamente 0, 25, 50, e 100% da dose necessária para incrementar o pH do solo para 6,5.

⁽²⁾ AAT: determinada por o método ABTS.

⁽³⁾ EAG: equivalente de ácido gálico.

⁽⁴⁾ Probabilidade de significância para contrastes ortogonais polinomiais linear e quadrático para doses de calcário ns: não significativo ($p > 0,10$).

5 CONCLUSÕES

O aumento nas doses de calcário aplicado ao solo aumentou os teores de Ca e Mg, e reduziu os teores K e P na casca dos frutos. Na polpa, houve aumento dos teores de Ca e diminuição dos teores K, Mg e P, em resposta ao aumento das doses de calcário.

De forma geral, os teores dos micronutrientes diminuíram na casca e polpa dos frutos com as maiores doses de calcário, à exceção dos teores de Mo, que aumentaram.

A aplicação de doses crescentes de P_2O_5 ao solo aumentou os teores de P, e diminuiu os teores de K e a relação K/Ca, na casca e polpa dos frutos.

Com as maiores doses de calcário houve redução dos valores de forças de compressão e penetração da casca e polpa, perda da cor verde da casca e do brilho da polpa, redução da relação SS/AT, e aumento do escurecimento de polpa, na colheita, após armazenamento refrigerado e após vida de prateleira.

Os valores de AAT e CFT avaliados na casca e polpa dos frutos na colheita diminuíram com o aumento das doses de calcário, mas aumentaram após vida de prateleira.

Os resultados mostram que a calagem do solo aumenta os teores de Ca no fruto, nutriente essencial na conservação pós-colheita, no entanto isto não foi eficaz para aumentar a vida útil e retardar o processo de degradação pós-colheita das características físico-química dos frutos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O manejo eficiente dos pomares de goiabeira-serrana inicia-se com o conhecimento dos requerimentos nutricionais desta planta e seus efeitos sobre o crescimento e desenvolvimento da parte vegetativa e reprodutiva. Os frutos desta espécie são considerados nutricionalmente valiosos e com grande potencial econômico. Apesar destas características, a goiabeira-serrana é pouco explorada e são poucos os conhecimentos dos efeitos da calagem e adubação fosfatada.

A composição mineral dos frutos está diretamente relacionada com sua qualidade físico-química, sendo assim necessárias estratégias que permitam disponibilizar os nutrientes para as plantas. O Ca é o principal mineral relacionado com a qualidade dos frutos na pós-colheita, porém, a chegada deste mineral para os frutos é limitada por sua baixa translocação no floema, e pela baixa transpiração que os frutos podem apresentar comparado com as folhas, o que torna difícil manter os teores adequados. Como foi observado com os resultados neste trabalho, não há relação entre os aumentos dos teores de Ca nos frutos proporcionados pela calagem, e a qualidade dos frutos na colheita e pós-colheita, uma vez que apresentaram maior ocorrência de escurecimento de polpa e perdas das características físico-químicas (tais como cor, textura, SS, AT e rendimento de polpa).

Há a necessidade de desenvolver mais pesquisas referente aos efeitos da calagem e adubação fosfatada, com outras cultivares (Nonante, Alcântara e Mattos), visto que diferentes trabalhos mostram que os comportamentos e a resposta das plantas podem variar entre cultivares.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, J. S. do; SILVA, D. J.; DE MORAES, P. L. D. Equilíbrio nutricional e distúrbios fisiológicos em manga Tommy Atkins. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.2, p.326-329, 2004.
- 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.
- AMARANTE, C.V. T do; CHAVES, D V.; ERNANI, P R. Análise multivariada de atributos nutricionais associados ao " bitter pit" em maçãs 'Gala'. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.5, p.841-846, 2006.
- AMARANTE, C. V.T do; ERNANI, P. R.; SOUZA, A. G de. Influência da calagem e da adubação fosfatada no acúmulo de nutrientes e crescimento da erva-de-São-João. **Horticultura Brasileira**, v.25, n.4, p.533-537, 2007.
- AMARANTE, C. V. T. do et al. Qualidade de goiaba-serrana em resposta à temperatura de armazenamento e ao tratamento com 1-metilciclopropeno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.12, p.1683-1689, 2008.
- AMARANTE, C.T.V. do; SANTOS, K.L. dos. Goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.1, p.1-2, 2011.
- AMARANTE, C. V. T. do et al. Composição mineral de maçãs 'Gala' e 'Fuji' produzidas no Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.4, p.550-560, 2012.
- AMARANTE, C.V.T. do et al. Qualidade e potencial de conservação pós-colheita dos frutos em cultivares brasileiras de goiabeira-serrana. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.4, p.990-999, 2013.
- AMARANTE, C. V. T. do et al. Fruit quality of Brazilian genotypes of feijoa at harvest and after storage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.52, n.9, p.734-742, 2017.
- AGHDAM, M.S. et al. The language of calcium in postharvest life of fruits, vegetables and flowers. **Scientia Horticulturae**, v.144, n.1, p.102-115, 2012.
- ARRUDA, M. C. P. de et al. Efeito da temperatura de armazenamento na conservação pós-colheita de amora-preta. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.45, n.4, p.413-419, 2015.
- AZNAR ANTOÑANZAS Y. **Caracterización fisiológica del bitter pit: aspectos nutricionales, fenológicos e de diagnóstico**. Tesis (Doutor em Ciências). Departamento de nutrición vegetal, Estación Experimental de Aula Dei, Zaragoza, p.1-249, 2001
- BELOUS, O.; OMAROV, M.; OMAROVA Z. Chemical composition of fruits of a feijoa (*F. sellowiana*) in the conditions of subtropics of Russia. **Potravinarstvo Scientific Journal for Food Industry**, v.8, n.2, p.119-123, 2014.

BERNARDES, N. R et al. Atividade antioxidante e fenóis totais de frutas de Campos dos Goytacazes RJ. **Biológicas & Saúde**, v.1, n.1, p.1-7, 2011.

BEYHAN, O.; ELMASTAS, M.; GEDIKLI, F. Total phenolic compounds and antioxidant capacity of leaf, dry fruit and fresh fruit of feijoa (*Acca sellowiana*, Myrtaceae). **Journal of Medicinal Plants Research**, v.4, n.11, p.1065-1072, 2010.

BRUNETTO, G et al. **Manejo da fertilidade de solos em pomares de frutíferas de clima temperado**. In: Tiecher T. Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil. In práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água. Porto Alegre, p.141-158, 2016. Disponível em: <http://www.agrisus.org.br/arquivos/livro_RGS.pdf> Acesso em: 10 abril. 2019

BRUNINI, M. A. et al. Influência de embalagens e temperatura no armazenamento de jaboticabas (*Myrciaria jaboticaba* (Vell) Berg) cv 'SABARÁ'. **Food Science and Technology** (Campinas), v.24, n.3, p. 378-383, 2004.

CASTILLO-GONZALES et al. Metaloenzimas de zinc en plantas. **Interciencia: Revista de Ciencia y Tecnología de América**, v. 43, n. 4, p. 242-248, 2018.

CORRÊA, M.C.M. et al. Resposta de mudas de goiabeira a doses e modos de aplicação de fertilizante fosfatado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.1, p.164-169, 2003.

CIOTTA, M.N.; PASA, M. S. da; NAVA, G. Instalação do pomar. In: CIOTTA, M.N. et al. **Cultura da goiabeira-serrana**. 1ed. Florianópolis: Epagri, 2018, p.89-98.

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 pseudoacacia*, *Eucalyptus* sp. and *Populus* sp. plantations. **Journal of Environmental Management**, v.150, n.1, p.149-156, 2015.

CLARK, C. J. et al. Can density sorting at harvest segregate mixed maturity of feijoa? **Acta Horticulturae**, n.687, p.93-98, 2005.

CORRÊA, T. R. et al. Composição mineral, qualidade e degenerescência de polpa de maçãs 'Fuji' em diferentes porta-enxertos durante armazenamento em atmosfera controlada. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.1, p.33-40, 2012.

CRUZ, J. L.; SOUZA FILHO, L. F. S.; PELACANI, C. R. Influência da adubação fosfatada sobre o crescimento do camapu (*Physalis angulata* L.). **Revista Brasileira de plantas medicinais**, v.17, n.3, p.360-366, 2015.

DE MACEDO, S. T; TEIXEIRA, P. C. Calagem e adubação fosfatada para formação de mudas de araçá-boi. **Acta Amazonica**, v. 42, n.3, p.405-412, 2012

DUCROQUET, J.P. et al. Novas cultivares brasileiras de goiabeira serrana: SCS 411-Alcantara e SCS 412-Helena. **Agropecuária Catarinense**, v.21, n.2, p.79-82, 2007.

ERNANI, P. R.; NASCIMENTO, A. L.; CAMPOS, M. L. Influência da combinação de fósforo e calcário no rendimento de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, n.3, p.537-544, 2000.

FLORES-CÓRDOVA, M. A. et al. Efecto del subproducto industrial CaCO_3 en los atributos de calidad, contenido fenólico y capacidad antioxidante de manzana cvs Golden Delicious y Top Red. **Nova Scientia**, v.10, n.20, p.64-82, 2018.

FISCHER, G. Ecofisiología, crecimiento y desarrollo de la feijoa. In: Fischer, G. et al. **Cultivo, poscosecha y exportación de la feijoa (*Acca sellowiana* Berg)**. 1 ed. Bogotá: Produmedios. p.9-26, 2003.

GERBER, M. J. **Qualidade de maçã ‘Fuji’ influenciada pela aplicação de fósforo ao solo**. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, p.1-45, 2016.

GOULDING, K. W. T. Soil acidification and the importance of liming agricultural soils with particular reference to the United Kingdom. **Soil Use and Management**, v.32, n.3, p.390-399, 2016.

GREWAL, H. S. Alfalfa responses to combined use of lime and limiting nutrients on an acidic soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.41, n.19, p.2247-2263, 2010.

HOCKING, B. et al. Fruit calcium: transport and physiology. **Frontiers in Plant Science**, v.7, n.569, p.569, 2016.

HAMILTON, E.J. et al. Liming of two acidic soils improved grass tetany ratio of stockpiled tall fescue without increasing plant available phosphorus. **Journal of Plant Nutrition**, v.35, n.4, p.497-510, 2012.

HIGGINS, S.; MORRISON, S.; WATSON, C. J. Effect of annual applications of pelletized dolomitic lime on soil chemical properties and grass productivity. **Soil Use and Management**, v.28, n.1, p.62-69, 2012.

JACQUES, A.C.; ZAMBIAZI, R.C. Fitoquímicos em amora-preta (*Rubus spp.*). **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.1, p.245-260, 2011.

KELES, H. et al. The effects of *Feijoa sellowiana* fruits on the antioxidant defense system, lipid peroxidation, and tissue morphology in rats. **Pharmaceutical Biology**, v.50, n.3, p.318-325, 2012.

KIM, H. et al. Antioxidant and antiproliferative activities of mango (*Mangifera indica* L.) flesh and peel. **Food Chemistry**, v.121, n.2, p.429-436, 2010.

MAHMOUDI, M. et al. Antidepressant activities of *Feijoa sellowiana* fruit. **European Review for Medical and Pharmacological Sciences**, v.19, n.3, p.2510-2513, 2015.

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

MANCERA-LÓPEZ, M. M, et al. Caracterización mineral de manzana ‘Red Delicious’ y ‘Golden Delicious’ de dos países productores. **Tecnociencia Chihuahua**, v. 1, n. 2, p. 6-17, 2007.

MARTIN, M. S. de et al. Escurecimento da polpa em pera ‘Rocha’ influenciado pela composição mineral do fruto e condições de atmosfera controlada. **Bragantia**, v.76, n.2, p.318-326, 2017.

MARTUSCELLI, M, et al. Influence of phosphorus management on melon (*Cucumis melo* L.) fruit quality. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 96, n. 8, p. 2715-2722, 2015.

MENGEL, K; KIRKBY, E. A. Principios de nutrición vegetal. In____. **Calcio**. 4 ed. Basilea, Suiza: Instituto Internacional de la Potasa, 2000. cap. 11

MIYAKE, R. **Nitrogênio, fósforo e potássio na produtividade, qualidade e estado nutricional do maracujazeiro**. 2016. Tese de Doutorado. Université d'Avignon, p.1-122.

MOURA, G. S et al. Conservação pós-colheita de frutos de maracujá amarelo por derivados de capim-limão (*Cymbopogon citratus*). **Ambiência**, v.12, n.2, p.667-682, 2016.

MOLINA, E. **Efecto de la nutrición mineral en la calidad del melón. Ecuador: Instituto de la Potasa y el Fósforo-INPOFOS**, p.1-7, 2006.

MORETTO, S.P.; NODARI, E.S.; NODARI, R.O. A Introdução e os usos da feijoa ou goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*): A perspectiva da história ambiental. **FRONTEIRAS: Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v.3, n.2, p.67-79, 2014.

MUNIZ, J. et al. Qualidade pós-colheita de aracá-vermelho. **Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica**, v. 20, n. 2, p. 311-319, 2017.

NAVA, G. et al. Growth, mineral composition, fruit yield, and mycorrhizal colonization of feijoa in response to lime and phosphorus application. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n.8, p.942-949, 2016.

NACHTIGALL, G. R.; NOGUEIROL, R. C.; ALLEONI, L. R.F. Extração sequencial de Mn e Zn em solos em função do pH e adição de cama-de-frango. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.3, p.240-249, 2009.

NACHTIGAL, J. C. et al. Efeito do fósforo no desenvolvimento inicial de mudas de goiabeira serrana. **Scientia Agricola**, v.51, n.2, p.279-283, 1994.

NATALE, W. et al. Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, n.6, p.1475-1485, 2007.

NATALE, W. et al. Resposta da caramboleira à calagem. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.30, n.4, p. 1136-1145, 2008.

PAULINO, P. S. da. **Atributos do solo e nutrição de goiabeira serrana [*Acca sellowiana* (Berg.) Burret] nas condições do Planalto Catarinense.** Tese (Doutorado em Ciência do Solo) Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, p.1-125, 2017.

PARRA-CORONADO, A.; FISCHER, G. Maduración y comportamiento poscosecha de la feijoa (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret). Una revisión. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v.7, n.1, p.98-110, 2013.

PERALTA-PÉREZ, M. del R.; VOLKE-SEPÚLVEDA, T. L. La defensa antioxidante en las plantas: una herramienta clave para la fitorremediación. **Revista Mexicana de Ingeniería Química**, v. 11, n.1, p. 75-88, 2012.

POSTHARVEST PHYSIOLOGY AND BIOCHEMISTRY OF FRUITS AND VEGETABLES. In LA ROSA, L. A. de et al. **Phenolic Compounds**. 12 ed. Mexico, 2019. p.253-271.

PRADO, R. M de; NATALE, W. Effect of liming on the mineral nutrition and yield of growing guava trees in a typic Hapludox soil. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.39, n.13-14, p.2191-2204, 2008.

PRADO, R. M. de; NATALE, W.; DA SILVA, J. A. A. Liming and quality of guava fruit cultivated in Brazil. **Scientia Horticulturae**, v.106, n.1, p.91-102, 2005.

PLAXTON, W. C.; TRAN, H. T. Metabolic adaptations of phosphate-starved plants. **Plant Physiology**, v.156, n.3, p.1006-1015, 2011.

PENG, Y.; BISHOP, K. S.; QUEK, S. Y. Extraction optimization, antioxidant capacity and phenolic profiling of extracts from flesh, peel and whole fruit of New Zealand grown feijoa cultivars. **Antioxidants**, v.8, n.5, p.141, 2019.

PÉREZ, A. R.; QUINTERO, E. M. Funciones del calcio en la calidad poscosecha de frutas y hortalizas: una revisión. **Alimentos Hoy**, v.23, n.34, p.13-25, 2015

RODRÍGUEZ, M.; ARJONA, H. E.; GALVIS, J. A. Maduración del fruto de feijoa (*Acca sellowiana* Berg) en los clones 41 (Quimba) y 8-4 a temperatura ambiente en condiciones de la Sabana de Bogotá. **Agronomía Colombiana**, v.24, n.1, p.68-76, 2006.

ROSAS-PATIÑO, G.; PUENTES PÁRAMO, Y. J.; MENJIVAR FLORES, J. C. Relación entre el pH y la disponibilidad de nutrientes para cacao en un entisol de la Amazonia colombiana. **Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria**, v.18, n.3, p.529-541, 2017.

RUFINO, M. S. M. et al. **Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2007. (Comunicado técnico, 128), v.44, n.4, p.399-408, 2014.

SAS[®] UNIVERSITY EDITION. **Statistical Analyses System.** SAS/University Edition, SAS Institute Inc, 2017.

SÁNCHEZ-RIÑÓN, A. M. et al. Bioactive potential of Colombian feijoa in physiological ripening stage. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**. 2019. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658077X19301067>>. Acesso em: 20 fev. 2019.

SANTOS, K.L. dos et al. *Acca sellowiana* goiabeira-serrana. In: Siminski, A.; Reis, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro – Região Sul** / Lidio Coradin, 2ed, Brasília: MMA, p.111-129, 2011.

SCHOTSMANS, W. C. et al. Feijoa (*Acca sellowiana* [Berg] Burret). In: **Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits**. Woodhead Publishing, p.115-135, 2011.

SINHA, A. et al. Influence of pre-harvest sprays of calcium nitrate on storability and quality attributes of plum fruits. **Journal of Food Science and Technology**, v.56, n.3 p.1427-1437, 2019.

SOUZA, R. F. de et al. Calagem e adubação orgânica: influência na adsorção de fósforo em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n.6, p. 975-983, 2006.

SOUZA, R. S. et al. **Caracterização das frutas de genótipos de goiabeira-serrana cultivados em sistema de base ecológica**. Embrapa Clima Temperado-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, p.1-15, 2018.

SOUZA, A. **Caracterização física, química, nutricional e antioxidante em frutos e flores de genótipos de goiabeira-serrana (*Acca sellowiana* (Berg.) Burret)**. Dissertação (Doutorado em Produção Vegetal) Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, p.1-168, 2015.

SILVEIRA, A. C. et al. Determinación de algunos atributos de calidad en frutos de guayabo del país [*Acca sellowiana* (Berg) Burret] en diferentes estados de maduración. **Agrociencia Uruguay**, v.19, n.1, p.24-30, 2015.

SYMONS, G. M. et al. Hormonal changes during non-climacteric ripening in strawberry. **Journal of Experimental Botany**, v.63, n.13, p.4741-4750, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

TEDESCO, M.J. et al. **Análise do solo, plantas e outros materiais**. 2. Ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico de Solos, 5).

TURCO, F. et al. Acetonic extract from the *Feijoa sellowiana* Berg. fruit exerts antioxidant properties and modulates disaccharidases activities in human intestinal epithelial cells. **Phytotherapy Research**, v.30, n.8, p.1308-1315, 2016.

THORP, G.; BIELESKI, R. **Feijoas: origins, cultivation and uses**. Auckland, New Zealand, 2002. p.83.

VELHO, A. C. et al. Influência da temperatura de armazenamento na qualidade pós-colheita de goiabas serranas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.1, p.14-20, 2011.

VELHO, A. C. **Fisiologia e preservação da qualidade pós-colheita de goiaba serrana** [*Acca sellowiana* (Berg.) Burret]. **Dissertação** (Mestrado em Produção Vegetal) Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, p.1-66, 2009.

VIEIRA, F. G. K. et al. Phenolic compounds and antioxidant activity of the apple flesh and peel of eleven cultivars grown in Brazil. **Scientia Horticulturae**, v.128, n.3, p.261-266, 2011.