

PATRÍCIA DA SILVA PAULINO

ATRIBUTOS DO SOLO E NUTRIÇÃO DE GOIABEIRA SERRANA [*Acca sellowiana* (Berg.) Burret] NAS CONDIÇÕES DO PLANALTO CATARINENSE

Tese apresentada ao programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciência do Solo, do Centro de Ciências Agroveterinárias, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito para obtenção do Título de Doutora em Ciência do Solo.

Orientador: Prof. Dr. Álvaro Luiz Mafra

Lages/SC
2017

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

da Silva Paulino, Patricia
ATRIBUTOS DO SOLO E NUTRIÇÃO DE GOIABEIRA
SERRANA [Acca sellowiana (Berg.) Burret] NAS
CONDIÇÕES DO PLANALTO CATARINENSE / Patricia da Silva
Paulino. - Lages , 2017.
114 p.

Orientador: Álvaro Luiz Mafra
Tese (Doutorado) - Universidade do Estado de Santa
Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias,
Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Lages,
2017.

1. Fruticultura. 2. Fertilização. 3. Fertilidade
do solo. I. Luiz Mafra, Álvaro . II. Universidade
do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-
Graduação. III. Título.

PATRÍCIA DA SILVA PAULINO

ATRIBUTOS DO SOLO E NUTRIÇÃO DE GOIABEIRA SERRANA [*Acca sellowiana* (Berg.) Burret] NAS CONDIÇÕES DO PLANALTO CATARINENSE

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor no Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo da Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC.

Banca Examinadora:

Orientador: _____
Prof. Dr. Álvaro Luiz Mafra
UDESC/Lages - SC

Membro: _____
Prof. Dr. Paulo Cezar Cassol
UDESC/LageS - SC

Membro: _____
Prof^a. Dra. Letícia Sequinatto
UDESC/Lages - SC

Membro externo: _____
Dr. Gilberto Nava
EPAGRI/Pelotas - RS

Membro externo: _____
Dra. Marlise Nara Ciotta
EPAGRI/São Joaquim - SC

Aos meus pais que me
proporcionaram mais esta
conquista. Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, o que seria de mim sem a fé que tenho nele.

Aos meus pais, Adilson Paulino e Angelina da Silva Paulino, que não mediram esforços para que eu concluísse mais essa etapa em minha vida.

Aos meus irmãos, Anderson, Elton, Patrik e Daniel.

Ao meu noivo, Airton José Bento Junior.

Aos verdadeiros amigos.

Aos professores do CAV/UDESC, pelo convívio e conhecimentos transmitidos. De forma especial ao professor Álvaro Luiz Mafra pela dedicação e competência na orientação.

Ao professor David Jose Miquelluti.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo pela oportunidade de realização do curso.

Aos colegas do Laboratório de Física e Fertilidade do Solo.

Ao CNPq (Processo 562827/2010-2) e FAPESC (Processo 5288/2011-4) pela disponibilidade de recursos ao projeto "Rede de plantas para o futuro da Região Sul: uso sustentável, conservação *on farm* e inserção na matriz produtiva da agricultura familiar", coordenado pelo Prof. Rubens Onofre Nodari, aprovado junto à Rede Nacional de Pesquisa em Agrobiodiversidade e Sustentabilidade Agropecuária – REPENSA, Edital 22/2010.

Agradeço sinceramente.

Sonhos determinam o que você quer. Ação determina o que você conquista.
(Aldo Novak)

RESUMO

PAULINO, Patrícia da Silva. 2017. **Atributos do solo e nutrição de goiabeira serrana [*Acca sellowiana* (Berg.) Burret] nas condições do Planalto Catarinense.** 114p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo). Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC. Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Lages, 2017.

Informações acerca da relação solo-planta são importantes para otimizar o cultivo da goiabeira serrana (*Acca sellowiana*). O estudo objetivou avaliar atributos químicos e físicos do solo em plantios da espécie no Planalto Catarinense, assim como, quantificar a extração de nutrientes pelas folhas e frutos e avaliar a resposta à adubação fosfatada e à calagem no crescimento inicial de mudas dessa fruteira. Os locais de estudo foram dois plantios comerciais e dois cultivos experimentais na região de São Joaquim/SC, em associação de Nitossolo Litólico e Cambissolo Húmico, sendo realizada amostragem em dez plantas, onde foram coletadas amostras de solo, folhas e frutos. As amostras foram avaliadas quanto à concentração de nutrientes nas folhas e frutos. O solo foi amostrado nas camadas 0,0-0,1 e 0,1-0,2 m, onde foram determinados os atributos físicos: densidade do solo, granulometria, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e bioporos; e atributos químicos: pH_{água} e pH_{SMP}, Al, C orgânico total e ainda teores de macro e micronutrientes. O crescimento inicial das mudas foi avaliado em casa de vegetação. Os tratamentos consistiram de quatro doses de adubação fosfatada e quatro doses de calagem, com cinco repetições e uma planta por vaso, em delineamento experimental inteiramente casualizado. Avaliou-se mensalmente a altura das mudas e após um ano, houve coleta de raízes, caule e folhas para determinação da matéria seca e seus teores de macronutrientes. Foram avaliados no solo pH_{água} e pH_{SMP}, teores de Ca, Mg, Al, P, K, N total e C orgânico total. A campo, dentre os macronutrientes, o N apresentou os maiores teores no solo, seguido por Ca, Mg, K e P. O Fe foi o micronutriente que apresentou maior concentração no solo, seguido por Mn, Cu e Zn. O pH variou entre 5,2 e 6,1. O teor de carbono orgânico total no solo variou entre 27 e 41 g kg⁻¹. O N foi dentro os macronutrientes avaliados, o que apresentou teores mais elevados nas folhas, casca e polpa, assim como o Fe entre os micronutrientes. Em casa de vegetação, os teores de Mg e K nos caules apresentaram regressão significativa com efeito apenas das doses de calcário, assim como os teores de Ca, Mg e K nas raízes. Os teores de Mg, N, P e K nas folhas, Mg e K nos caules e N e P nas raízes apresentaram regressão significativa com interação das doses de calcário e fósforo. As alturas das mudas sofreram influência das doses de calcário e adubação fosfatada. Os atributos físicos não indicaram compactação do solo. A goiabeira serrana mostrou ser uma planta que responde à adubação fosfatada e à calagem, aumentando seu crescimento e absorção de nutrientes.

Palavras chave: fruticultura; fertilização; fertilidade do solo.

ABSTRACT

PAULINO, Patrícia da Silva. 2017. **Soil properties and feijoa (*Acca sellowiana*) nutrition in the southern Brazil highlands.** 114p. Dissertation (Doctorate in soil science). Santa Catarina State University - UDESC. Soil Science Graduation Program, Lages. 2017.

Soil-plant relations are important to improve feijoa (*Acca sellowiana*) fruit production. The objective was to evaluate soil chemical and physical properties in feijoa orchards in the southern Brazil highlands; quantify nutrient concentrations in leaves and fruits, and evaluate the initial plant growth in response to phosphate fertilization and liming. Four orchards in São Joaquim region were studied and these areas present an association of Humic Lithic Dystrudept and Humic Dystrupept soil conditions. Leaves and fruits of ten plants were collected to analyze nutrient concentration. Soil samples were collected in the 0.0-0.1 and 0.1-0.2 m depths, and physical properties determined were: bulk density, grain-size distribution, total porosity, macroporosity, microporosity and biopores. Chemical properties analyzed were pH_{H2O} and pH_{SMP}, Al, total organic C and macro and micronutrient nutrients. The initial plant growth was evaluated in pot conditions. The treatments consisted of four phosphate rates associated with four lime rates, with five replications, in a completely randomized experimental design. Plant height was monthly evaluated and after one year, root, branches and leaves were collected to evaluate dry matter and macro and micronutrient concentrations. Soil pH_{H2O} and pH_{SMP}, Ca, Mg, Al, P, K, total N and total organic C concentrations were also evaluated. Among the macronutrients, soil N presented the highest concentrations, followed by Ca, Mg, K and P. Fe was the micronutrient that presented the highest concentration in the soil, followed by Mn, Cu and Zn. pH values ranged between 5.2 and 6.1. Total soil organic carbon concentrations were between 27 and 41 g kg⁻¹. Among the analyzed macro and micronutrients, N and Fe, respectively presented the highest concentrations in leaves and in fruit peel and pulp. Considering the initial feijoa growth, branch Mg and K concentrations were positively influenced by lime rates, as well as roots Ca, Mg and K concentrations. Both lime and P rates positively affected foliar Mg, N, P and K; branch Mg and K; root N and P concentrations. Plant height increased in response to lime e phosphorus. Soil physical properties indicated suitable conditions for plant growth and production. Feijoa plant responds to phosphate fertilization and liming, increasing initial growth and nutrient uptake.

Keywords: fruticulture; fertilizations; soil fertility.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Teores de Ca no solo em função de doses crescentes de calcário aplicados ao solo.....	36
Figura 2 - Teores de Mg no solo em função de doses crescentes de calcário aplicados ao solo.....	36
Figura 3 - Teores de P no solo em função de doses crescentes de calcário e P_2O_5 aplicados ao solo.....	37
Figura 4 - Teores de Al no solo em função de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo.....	37
Figura 5 - Valores de pH _{água} em função de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo.....	38
Figura 6 - Valores de pH _{SMP} em função de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo.	39
Figura 7 - Teores da CTC do solo em função de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo.	39
Figura 8 - Teores de V% do solo em função de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo.....	40
Figura 9 - Altura média das plantas de goiabeira serrana em função de doses de calcário e P_2O_5 , aos 12 meses após transplante.....	42
Figura 10 - Teores de Ca nas raízes em função de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo.....	45
Figura 11 - Teores de Mg nas folhas em função de doses crescentes de calcário e P_2O_5 aplicadas ao solo.....	46
Figura 12 - Teores de Mg no caule em função de doses crescentes de calcário e SF P_2O_5 aplicadas ao solo.....	46
Figura 13 - Teores de Mg nas raízes em função de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo.....	47
Figura 14 - Teores de N nas folhas em função de doses crescentes de calcário e P_2O_5 aplicadas ao solo.....	48
Figura 15 - Teores de N no caule em função de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo.....	48
Figura 16 - Teores de N nas raízes em função de doses crescentes de calcário e P_2O_5 aplicadas ao solo.....	49

Figura 17 - Teores de P nas folhas em função de doses crescentes de calcário e P ₂ O ₅ aplicadas ao solo.....	50
Figura 18 - Teores de P no caule em função de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo.....	50
Figura 19- Teores de P nas raízes em função de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo.....	51
Figura 20 - Teores de K nas folhas em função de doses crescentes de calcário e P ₂ O ₅ aplicadas ao solo.....	52
Figura 21 - Teores de K no caule em função de doses crescentes de calcário e P ₂ O ₅ aplicadas ao solo.....	53
Figura 22 - Teores de K nas raízes em função de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo.....	53

TABELAS

Tabela 1 - Equação de regressão para as características avaliadas em função de doses de calcário (x) e P (y) aplicadas no solo.....	35
Tabela 2 - Equação de regressão para altura das plantas de goiabeira serrana em função de doses de calcário (x) e P (y) no período de um ano (novembro/2013 a outubro/2014).....	41
Tabela 3 - Equação de regressão no tecido vegetal para as características avaliadas em função de doses de calcário (x) e P (y) aplicadas no solo.....	44
Tabela 4 - Equação de regressão em função de doses de calcário (x) e P (y) para acúmulo de matéria seca nas folhas, caule, raízes e total de matéria seca de mudas de goiabeira serrana, após o período de um ano (outubro/2013 a outubro/2014) em casa de vegetação.....	55
Tabela 5 - Acúmulo de matéria seca nas folhas, caule, raízes e total de matéria seca de mudas de goiabeira serrana, após o período de um ano (outubro/2013 a outubro/2014) em casa de vegetação.....	56
Tabela 6 - Média da granulometria do solo, na camada de 0-20 cm, em associação de Neossolo Litólico e Cambissolo Húmico, em plantios de goiabeira serrana no município de São Joaquim/SC.....	66
Tabela 7 - Média das características físicas do solo, nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm em plantios de goiabeira serrana no município de São Joaquim/SC.....	66
Tabela 8 - Teores médios das características químicas do solo: cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio total (N), fósforo (P), potássio (K), alumínio (Al), pH em água, pH SMP, carbono orgânico total (C) e matéria orgânica (MO) nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm em plantios de goiabeira serrana no município de São Joaquim/SC.....	71
Tabela 9 - Teores médios das características químicas do solo: manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn), nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm em plantios de goiabeira serrana no município de São Joaquim/SC.....	72
Tabela 10 - Teores médios de cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio(N), fósforo (P), potássio (K), (g kg^{-1} massa seca), manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) (mg kg^{-1} massa seca) nas folhas de goiabeira serrana, coletadas nas safras 2014, 2015 e 2016 no município de São Joaquim/SC.....	74

Tabela 11 - Teores médios de cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), (g kg ⁻¹ massa fresca), manganês (Mn), ferro(Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) (mg kg ⁻¹ massa fresca) na casca dos frutos de goiabeira serrana, coletadas nas safras de 2014, 2015 e 2016, localizadas no município de São Joaquim/SC.....	77
Tabela 12 - Teores médios de cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio total (NT), fósforo (P), potássio (K), (g kg ⁻¹ massa fresca), manganês (Mn), ferro(Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) (g kg ⁻¹ massa fresca) na polpa dos frutos de goiabeira serrana, coletadas nas safras 2015 e 2016, no município de São Joaquim/SC.....	78
Tabela 13 - Produtividade, massa média de frutos e número de frutos por planta em pomares de goiabeira serrana coletados nas safras 2014, 2015 e 2016, localizados no município de São Joaquim/SC.....	81
Tabela 14 - Precipitação total anual (mm) e temperatura média anual (°C), nos anos de 2014, 2015 e 2016, no município de São Joaquim/SC.....	82
Tabela 15 - Sólidos solúveis (SST%) e acidez titulável (AT%) na polpa dos frutos de goiabeira serrana coletados nas safras 2015 e 2016 em pomares localizados no município de São Joaquim/SC.....	83

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	13
1.2	HIPÓTESES.....	15
1.3	OBJETIVOS.....	16
1.3.1	Objetivo Geral.....	16
1.3.2	Objetivos Específicos.....	16
1.4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
1.4.1	Goiabeira serrana.....	16
1.4.1.1	<i>Aspectos botânicos e ecológicos.....</i>	16
1.4.1.2	<i>Ocorrência e distribuição geográfica.....</i>	19
1.4.1.3	<i>Histórico de cultivo da goiabeira serrana.....</i>	21
1.4.1.4	<i>Cultivo da goiabeira serrana na Nova Zelândia, Colômbia e EUA.....</i>	23
1.4.1.5	<i>Importância econômica e uso da goiabeira serrana.....</i>	25
1.4.1.6	<i>Manejo e nutrição da goiabeira serrana.....</i>	26
2	RESPOSTA À CALAGEM E ADUBAÇÃO FOSFATADA NO CRESCIMENTO INICIAL E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES POR PLANTAS DE GOIABEIRA SERRANA [<i>Acca sellowiana</i> (Berg.) Burret] EM CONDIÇÕES CONTROLADAS.....	31
2.1	RESUMO.....	31
2.2	INTRODUÇÃO.....	31
2.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	33
2.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
2.5	CONCLUSÃO.....	57
3	CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DO SOLO, COMPOSIÇÃO MINERAL DE FOLHAS E FRUTOS E PRODUTIVIDADE EM POMARES DE GOIABEIRA SERRANA [<i>Acca sellowiana</i> (Berg.) Burret] NO PLANALTO CATARINENSE.....	59
3.1	RESUMO.....	59
3.2	INTRODUÇÃO.....	60
3.3	MATERIAL E MÉTODOS.....	62
3.4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	65
3.4.1	Propriedades físicas do solo.....	65
3.4.2	Propriedades químicas do solo.....	65
3.4.3	Macro e micronutrientes nas folhas.....	68
3.4.4	Macro e micronutrientes nos frutos.....	73
3.4.5	Produção de frutos.....	76
3.5	CONCLUSÃO.....	80
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	84
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	85
	APÊNDICES.....	97

1 INTRODUÇÃO GERAL

A goiabeira serrana, pertence à família Myrtaceae, é uma frutífera nativa que ocorre naturalmente em remanescentes florestais e em campos de altitude nos planaltos do sul do Brasil (LORENZINI, 2006). Pertence à fitofisionomia da Floresta Ombrófila Mista. A espécie foi introduzida em outros países, fora da sua área de ocorrência natural (MORETTO et al., 2014), entre eles: Estados Unidos, Colômbia, Nova Zelândia, França, Itália e Israel. Nova Zelândia e Colômbia são os principais produtores e exportadores de frutos de goiabeira serrana. Embora a maior concentração natural desta espécie ocorra no Brasil, o país importa a maioria das frutas da Colômbia, onde a população local considera a espécie nativa (NAVA et al., 2016).

Durante quase todo o século XX, a goiabeira serrana foi pouco estudada no Brasil e sofreu supressão de seu habitat (MORETTO et al., 2014). Em Santa Catarina, a goiabeira serrana vem sendo pesquisada desde 1980 (AMARANTE; SANTOS, 2011). Nas últimas décadas, a goiabeira serrana vem recebendo maior atenção por parte dos órgãos governamentais, tornando-se objeto de estudo no Brasil (MORETTO et al., 2014).

São necessárias ações que visem conservar a espécie e seu ambiente, especialmente incentivando o seu uso e manejo pelos agricultores (MORETTO et al., 2014). Atualmente os trabalhos de melhoramento genético, buscando novas cultivares, aliadas as pesquisas sobre correção do solo e nutrição da goiabeira serrana, doenças associadas à espécie e alternativas de uso dos frutos visam técnicas de manejo e tratos culturais que possibilitem a produção comercial.

Com intenção de tornar Santa Catarina um produtor de goiabeira serrana, a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) vêm desenvolvendo pesquisas com a espécie, que resultou no lançamento de quatro cultivares de elevado potencial produtivo: Alcântara, Helena, Mattos e Nonante. A Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC) também vem desenvolvendo trabalhos voltados à caracterização do fruto de goiabeira serrana (SOUZA, 2015).

A goiabeira serrana apresenta grandes possibilidades de inclusão nos mercados *in natura*, assim como na forma de polpas, sorvetes, doces e chás. O consumo da casca dos frutos e das folhas, partes tradicionalmente não comestíveis

da goiabeira serrana, pode ser fonte importante de nutrientes, principalmente quando da sua inclusão em receitas diferenciadas, tornando-se importante também a sua caracterização (SOUZA, 2015).

A produção e o consumo da goiabeira serrana no Brasil ainda são pequenos. Além do desconhecimento do fruto por parte dos consumidores, a falta de práticas culturais adequadas para a goiabeira serrana, como o manejo da cultura, a carência de um sistema de recomendação de fertilização do solo e as condições climáticas onde a goiabeira serrana se adapta no Brasil, são fatores que limitam a produtividade e expansão da cultura no país. Além disso, a pesquisa sobre o manejo nutricional dessa cultura é escassa, o que dificulta as recomendações de adubação e calagem, antes ou depois do plantio de mudas (NAVA et al., 2016).

Contudo, a valorização nutricional das frutas nativas apresenta-se mais evidente em vários segmentos da economia e das instituições de pesquisa, abrindo boas perspectivas para a produção da goiabeira serrana, especialmente em Santa Catarina (SOUZA, 2015).

No Brasil, os solos onde a goiabeira serrana ocorre são geralmente ácidos, com altos teores de Al trocável e baixos teores de fósforo extraível (NAVA, et al., 2016), sendo necessária a correção desses solos pela calagem e adubação.

O efeito da calagem tem como objetivo elevar o pH e neutralizar o alumínio e o manganês trocável do solo, que em altos teores são tóxicos às plantas, dificultando absorção de nutrientes e sua translocação para a parte aérea. A correção da acidez do solo pela calagem também propicia maior disponibilidade de Ca e Mg (EPAGRI, 2010), exercendo papel importante no crescimento radicular, melhorando a absorção de água e nutrientes (NAVA et al., 2016).

Estudos mostram que os melhores resultados para produção comercial do fruto de goiabeira serrana são obtidos em solo fértil, bem drenado, com pH entre 6,0-6,5 e com alto teor de matéria orgânica (THORP; BIELESKI, 2002). Pesquisas em plantas cultivadas em vasos mostraram efeitos positivos de calagem e adubação fosfatada no crescimento da goiabeira serrana (DAL BÓ; DUCROQUET, 1992). Contudo, trabalhos realizados em condições de campo são essenciais para uma melhor adequação das recomendações de fertilização para a goiabeira serrana (NAVA, et al., 2016).

Além das propriedades químicas do solo como, pH e disponibilidade de nutrientes, as propriedades físicas como, densidade do solo, porosidade total,

macroporosidade e microporosidade têm sido usados para indicar restrições ou não ao desenvolvimento de plantas.

A caracterização dos atributos físicos e químicos do solo, determinada pelo manejo e uso do solo, é importante para o melhor manejo visando à sustentabilidade do sistema (BLAINSKI et al., 2008). A qualidade desses atributos propicia condições adequadas para o crescimento e o desenvolvimento das plantas e para a manutenção da diversidade de organismos que habitam o solo (DORAN; PARKIN, 1994).

O ideal seria se o uso e o manejo do solo estabelecessem uma associação adequada das propriedades físicas e químicas do solo, de modo que possibilitasse condições cada vez melhores para o crescimento e desenvolvimento vegetal, promovendo menores perdas de solo e de água, e maior produtividade de frutos associada à qualidade ambiental (SOUZA; ALVES, 2003).

Apesar do potencial comercial de seus frutos devido ao seu sabor diferenciado, a espécie é ainda pouco conhecida no país, com áreas relativamente pequenas de cultivo (DUCROQUET et al., 2000), sendo pouco estudada do ponto de vista do solo, havendo necessidade de conhecimentos sobre a resposta da espécie ao manejo nutricional e aos aspectos físicos e químicos do solo, uma vez que existem poucos trabalhos dessa natureza para a goiabeira serrana, especialmente no Brasil.

1.2 HIPÓTESES

A *Acca sellowiana* responde à calagem e adubação fosfatada, aumentando a absorção de nutrientes e crescimento em altura.

A *Acca sellowiana* responde a fatores químicos e físicos do solo, o que pode orientar seu manejo para melhor produção da espécie nas condições do Planalto Catarinense.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Os objetivos do estudo foram avaliar a resposta da goiabeira serrana à calagem e adubação fosfatada no crescimento inicial de mudas de goiabeira serrana; avaliar as propriedades físicas e químicas do solo e a composição em nutrientes das plantas de *Acca sellowiana* na região do Planalto Catarinense.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Avaliar a resposta da goiabeira serrana à calagem e à disponibilidade de nutrientes;
- Avaliar o efeito do fósforo no crescimento inicial de mudas de goiabeira serrana;
- Estimar o acúmulo de matéria seca em mudas de goiabeira serrana;
- Estimar a extração de nutrientes pela parte aérea e raízes de mudas de goiabeira serrana em experimento em casa de vegetação;
- Realizar a caracterização física e química do solo em plantios comerciais e experimentais de goiabeira serrana;
- Avaliar a composição mineral de frutos e folhas de goiabeira serrana em plantios comerciais e experimentais nas condições do Planalto Catarinense;
- Estimar a produtividade dos pomares de goiabeira serrana em plantios comerciais e experimentais no Planalto Catarinense.

1.4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1.4.1 Goiabeira serrana

1.4.1.1 Aspectos botânicos e ecológicos

Cientificamente conhecida como *Acca sellowiana* (sinonímia botânica *Feijoa sellowiana*), a goiabeira serrana é uma fruteira nativa do planalto meridional brasileiro com dispersão secundária no Uruguai (MATTOS, 1986). No Brasil é conhecida popularmente como goiabeira-do-mato, goiabeira-do-campo, goiabeira-

abacaxi, araçá-do-riogrande, goiaba-silvestre e internacionalmente denomina-se feijoa (LORENZI, 1992).

Pertence à família das *Myrtaceae*, que é uma das famílias lenhosas dominantes em várias formações vegetais brasileiras, especialmente na Mata Atlântica, com numerosas espécies frutíferas, algumas exploradas comercialmente (GRESSLER et al., 2006).

O fruto da espécie *Acca sellowiana* classificado como pseudo-fruto, de tipo “pomo”, como a maçã, pelo fato da casca derivar do receptáculo ou hipanto e não da parede ovariana, apesar de possuir flor epígina, ovário ínfero e aderente (DUCROQUET et al., 2000). Recebeu o nome de goiabeira serrana por sua forma ser semelhante a da goiaba comum (DUCROQUET; RIBEIRO, 1991).

A árvore da goiabeira serrana é considerada de pequeno porte ou arbusto, atinge altura média de dois a seis metros com galhos muito ramificados, quando se encontram no campo (MATTOS, 1986). Nas condições de cultivo, a goiabeira serrana apresenta porte reduzido, normalmente não ultrapassando quatro metros de altura (OLTRAMARI, 2000). A altura da planta, nos remanescentes florestais, varia de quatro a oito metros ou mais e o perímetro na altura do peito (PAP) varia de 16 a 85 cm, sendo que as goiabeiras localizadas no interior das matas são mais altas do que das bordas (LORENZINI, 2006), floresce entre os meses de outubro a janeiro (MATTOS, 1986). O início da brotação ocorre em meados de setembro, quando novos lançamentos nas gemas apicais se apresentam, ao mesmo tempo em que parte das folhas são renovadas (LORENZI, 1992).

O fruto da goiabeira serrana varia aproximadamente entre dois e seis centímetros de diâmetro. Sua casca é verde escura e a polpa é cor gelo com a textura gelatinosa. A casca é bastante firme e espessa, principalmente nos frutos brasileiros, dificultando o consumo natural da mesma. No Uruguai, alguns frutos apresentam a casca mais macia, podendo esta parte também ser consumida. A massa pode variar de menos de 30 a mais de 250 gramas e o rendimento de polpa é de 50% (DUCROQUET et al., 2000). Segundo Mattos (1986), a casca pode apresentar aspecto liso, rugoso ou semi-rugoso.

As folhas são de cor verde-escura na face adaxial e verde-clara ou prateada na face abaxial. Dispõe-se em pares opostos, curtas, pecioladas, coriáceas, elípticas e obtusas nas duas extremidades. As flores aparecem isoladamente e são formadas por quatro sépalas discretas, quatro pétalas carnosas, brancas por fora e purpurinas

por dentro, muito vistosas, comestíveis e de sabor doce (HOFFMANN et al., 1994). As pétalas têm importância na cadeia alimentar de diferentes aves e representam um recurso energético adicional, talvez comparável à polpa de alguns frutos, na dieta dos pássaros ainda filhotes (SAZIMA; SAZIMA, 2007).

Em função das barreiras fisiológicas, esta espécie é predominantemente alógama (HICKEL; DUCROQUET, 2006). Suas flores são desprovidas de néctar e apresentam quatro pétalas vistosas, carnosas a adocicadas, tornando-a uma das poucas espécies vegetais cujas pétalas são utilizadas como alimento por aves. Nos estágios iniciais de abertura, as pétalas da goiabeira serrana são levemente ácidas e à medida do avanço dos estágios de antese, tornam-se adocicadas (SAZIMA; SAZIMA, 2007).

A goiabeira serrana tem um sabor doce-acidulado e um aroma ao mesmo tempo suave e inconfundível (DUCROQUET et al., 2002). O fruto maduro de goiabeira serrana possui uma área de gosto adstringente e consistência firme na região periférica, e adocicada e macia na região central (ESEMANN-QUADROS et al., 2008).

Comercialmente a principal forma de propagação é por enxertia, podendo ainda propagar-se por semente, estaqueia e micropropagação. A variabilidade genética encontrada na propagação por semente pode ser de fundamental importância quando se quer melhorar geneticamente a espécie, assim, as variedades que reúnam características superiores poderão ser selecionadas (FAIAD et al., 2003).

A *Acca sellowiana* é uma espécie de polinização aberta requerendo agentes de polinização para aumentar a fecundidade das flores, melhorar o desenvolvimento dos frutos e produzir sementes para sua multiplicação. Estudos sobre polinização realizados na Nova Zelândia apontaram que os pássaros, especialmente a espécie *Turdus merula* e *Acridotheres triste* são eficientes polinizadores. Essas aves têm recompensa em procurar as flores da goiabeira-serrana devido às pétalas serem carnosas e adocicadas, muito atrativas aos pássaros frutívoros (ZIMMERMANN; ORTH, 1999).

No Brasil a polinização é garantida por várias espécies de pássaros frugívoros como sanhaços, sabiás, saíras, gaturamos e tuques. Para as condições específicas de Santa Catarina, Hickel e Ducroquet (2000), afirmam que além dos pássaros, insetos himenópteros da superfamília Apoidea também participam da polinização.

Estudos recentes mostraram que as mamangavas de toco (*Xylocopa augusti* e *Xylocopa frontalis*) e as de chão (*Bombus atratus*) tocam o estigma e as anteras durante as visitas florais (ZIMMERMANN; ORTH, 1999).

1.4.1.2 Ocorrência e distribuição geográfica

O gênero *Acca*, comprehende três espécies, tem distribuição disjunta, duas espécies ocorrem na região Andina e outra, a *Acca sellowiana* Berg é de ocorrência no sul do Brasil, Uruguai e Argentina (MARCHIORI; SOBRAL, 1997).

A goiabeira serrana é nativa do Planalto Meridional Brasileiro, cuja distribuição se estende do Paraná ao Rio Grande do Sul indo até o Uruguai. No Brasil, associa-se frequentemente a Floresta Ombrófila Mista (MARCHIORI, 2002).

Hoje esta espécie está presente em bosques e manchas que restaram de mata de araucárias, na região do Planalto Catarinense e na Serra do Nordeste do Rio Grande do Sul, numa área de cerca de 30.000 km² (HICKEL; DOCROQUET, 2006). Trabalho realizado por Lorenzini (2006) mostrou que no Planalto Catarinense, associa-se à *Araucaria angustifolia* e *Podocarpus lambertii*, mas também com canela, cambuí, pimenteira, xaxim, erva-mate e imbuia.

Acredita-se haver duas populações de goiabeira serrana, com predominância geograficamente distinta: o tipo Brasil, que ocorre do Planalto Meridional Brasileiro e tipo Uruguai, ocorrendo naquele país (DUCROQUET et al., 2000). A do tipo Brasil ocorre predominantemente na serra do nordeste do Rio Grande do Sul e serras e planaltos de Santa Catarina e sul do Paraná, onde os solos são de origem basáltica. O tipo Uruguai, das regiões de menos altitude das encostas do sudeste do Rio Grande do Sul e suas continuações no Uruguai. Os germoplasmas do tipo Brasil apresentam maior diversidade nas características morfológicas do que o tipo Uruguai, possivelmente devido à pressão da seleção durante a domesticação (NODARI et al., 1997). Na maioria das frutas das goiabeiras serranas do tipo Brasil, a polpa, que é comestível, pode corresponder a 50% do peso total do fruto. Enquanto que nos tipos Uruguai até a casca pode ser consumida *in natura*, por ser mais macia, apesar de não ser tanto apreciada quanto a polpa, que é suculenta, doce e perfumada (BOHNEBERGER, 2009).

Pesquisas têm mostrado que a goiabeira serrana tem exigências climáticas específicas, coincidindo no Brasil com as regiões preferenciais de cultivo da

macieira, o que indica limitações de seu cultivo às regiões mais frias e de maior altitude, como a região do Planalto Catarinense e as áreas mais altas da Serra do Nordeste do Rio Grande do Sul (BARNI et al., 2004). Lorenzini (2006) verificou que a goiabeira serrana é mais frequente nas áreas de altitudes de 900 a 1300 metros, embora tenha observado exemplares também nas áreas com altitude entre 715 e 1692 metros, podendo ocorrer em locais onde estejam sujeitas geadas e temperaturas de até -10°C ou temperatura média anual abaixo ou próxima de 16°C.

Segundo Klein (1963), a goiabeira serrana é uma espécie pioneira. Nesta condição é pouco exigente quanto à umidade e fertilidade do solo, razão pela qual consegue se desenvolver em solos rasos e considerados de baixa fertilidade.

No Uruguai, ocorre nas áreas de maior altitude e temperatura média anual de 16°C. A Argentina e o Paraguai têm sido citados também como países onde há a ocorrência natural de goiabeira serrana, porém, considerando altitude e a temperatura predominante, é remota a possibilidade da existência de uma população nativa da espécie *Acca sellowiana* em ambos países (DUCROQUET et al., 2000).

Em 1890 o professor Edouard André levou a goiabeira serrana ao Sul da França, e a partir daí teve início sua difusão no hemisfério norte, chegando a Itália no final do Século XIX. Em 1900 foi introduzida na Criméria, espalhando-se pelas margens do Mar Negro e Mar Cáspio, como Azerbaijão e Geórgia, onde começou a se desenvolver comercialmente. Nos Estados Unidos foi introduzida em 1901, depois para a Austrália e em 1908 à Nova Zelândia (DUCROQUET et al., 2000).

A espécie ainda não é cultivada comercialmente em grande escala no Brasil. No planalto catarinense, apesar de ser região nativa da goiabeira serrana, têm sido implantados poucos pomares comerciais, com área entre 10 e 12 ha, concentrando-se no município de São Joaquim (HICKEL; DUCROQUET, 2000).

A goiabeira serrana é plantada também nos Estados Unidos com área em torno de 400 ha e na Colômbia com área de 600 ha. Entretanto, é a Nova Zelândia, que mais tem contribuído na divulgação desta frutífera através de suas pesquisas e exportação de frutos, apesar de sua área plantada ser de 400 ha (AMARANTE, 2017).

1.4.1.3 Histórico de cultivo da goiabeira serrana

A goiabeira serrana (*Acca sellowiana*) é originária do Sul do Brasil, porém, a maioria das pessoas da região desconhece a espécie. A primeira coleta botânica da goiabeira serrana data de 1856, quando Fredrich Sellow obteve na região de Pelotas/RS, material que foi identificado pelo botânico alemão Otto Berg, que segundo Thorp e Bieleski (2002), criou um novo gênero para enquadrar a goiabeira serrana, primeiramente descrita como *Orthostemon sellowianus*. Após a descrição, Berg foi informado que o gênero *Orthostemon* já havia sido descrito para outra espécie muito diferente, o que lhe levou a homenagear o naturalista brasileiro João da Silva Feijó, batizando o gênero da espécie nova como *Feijoa*. O nome *Feijoa sellowiana* criado por Berg se manteve até 1941, quando Burret propôs a inclusão daquele gênero em *Acca*, que já havia sido descrito pelo próprio Berg em 1956 (CARDOSO, 2009).

Apesar de ter sido descrita botanicamente no início do século XVII, o interesse da fruticultura moderna pela goiabeira serrana deu-se no início do século XX, quando o botânico e horticultor francês Edouard André desenvolveu a primeira cultivar registrada a partir de sementes importadas do Uruguai, sendo esta base de trabalhos de seleção e melhoramento em vários locais do mundo (CARDOSO, 2009).

O Brasil só foi possuir cultivar registrada nos anos de 2007 e 2008. Estes materiais foram desenvolvidos pela EPAGRI, num esforço conjunto com a Universidade Federal de Santa Catarina e representam um passo importantíssimo na organização do sistema de cultivo no país (DUCROQUET et al., 2008). De acordo com Nodari e Guerra (2009), as cultivares brasileiras são Alcântara, Helena, Mattos e Nonante. Das quatro cultivares lançadas, somente Helena possui genes da cultivar neozelandesa Unique, que polinizou um acesso coletado em Urubici. As outras três cultivares foram obtidas de cruzamentos entre materiais nativos do Brasil, sendo que a cultivar que foi batizada de Mattos, em homenagem ao pesquisador João Rodrigues Mattos, é originada de um acesso silvestre coletado num remanescente de mata nativa localizado em São Joaquim, SC.

Os primeiros resultados de cruzamentos obtidos pela EPAGRI/EESJ e UFSC são promissores. O sul do Brasil tem vantagem em relação aos demais países, dado

a facilidade de acesso ao germoplasma com toda a sua diversidade do ambiente natural (DUCROQUET et al., 2000).

Um pomar comercial foi instalado em 1985 no Município de São Joaquim, com aproximadamente 900 plantas, provavelmente sendo o primeiro plantio de goiabeira serrana para fins comerciais no Brasil (DEGENHARDT et al., 2003).

Em estudo realizado no Planalto Catarinense, foi constatado que a maior parte dos agricultores atua como verdadeiros mantenedores da goiabeira serrana, utilizando a planta esporadicamente para fins medicinais e seus frutos para consumo *in natura*. Alguns agricultores são identificados como manejadores da planta, apesar de não comercializem os frutos e derivados, mas utilizam para o consumo familiar. Poucos agricultores cultivam a goiaba serrana para fins comerciais. Alguns objetivam a produção de frutos, enquanto outros produzem mudas, condução de bonsais e uso em reflorestamento. Ainda nesse estudo foi mencionado que as práticas de manejo como a poda, transplante, aplicação de pesticidas, propagação vegetativa ou por sementes são comumente realizadas (SANTOS et al., 2009).

Por ser nativa do Planalto Catarinense, a goiabeira serrana apresenta evolutivamente boa adaptabilidade quando cultivada em plantios comerciais. A fim de expressar seu máximo potencial genético com o mínimo de insumos externos, faz-se necessário que seu cultivo seja em base ecológica (LORENZINI, 2006).

Porém existe dificuldade de domesticação da goiabeira serrana em sua região de origem, podendo ser explicada em parte, pelo maior número e agressividade das pragas e doenças que co-evoluíram com a espécie. Por ser o centro de origem, além de apresentar alta diversidade genética, o Brasil possui grande número de espécies que interagem com a goiabeira serrana em seu ambiente natural. Algumas destas espécies tornam-se virulentas em condições de cultivo adensado, apresentando obstáculo para a implantação no Brasil, de pomares aos moldes preconizados pela horticultura moderna (CARDOSO, 2009).

A goiabeira serrana é uma espécie promissora para o cultivo comercial em Santa Catarina. Apesar disso, necessita-se definir um sistema de produção onde se estabeleça o manejo adequado de pragas e doenças (HICKEL; DUCROQUET, 1992).

1.4.1.4 Cultivo da goiabeira serrana na Nova Zelândia, Colômbia e EUA

O processo de domesticação da goiabeira serrana está bastante avançado no exterior. Países como a Nova Zelândia, Estados Unidos (EUA) e Colômbia possuem programas de melhoramento e expressiva área cultivada. Os neozelandeses lançaram o maior número de cultivares e o material desenvolvido por eles tem servido como base para cultivos em praticamente todas as regiões do mundo que exploram a espécie comercialmente, seja para fins de produção de frutas ou ornamental. Isto demonstra que este país é um parceiro estratégico no processo de conservação e melhoramento da goiabeira serrana (CARDOSO, 2009).

O sucesso internacional da goiabeira serrana se deve inicialmente a dois importantes fatores tidos como requisitos básicos para uma espécie frutífera: o sabor único do fruto e a adaptabilidade da planta em distintos ambientes, em particular, a locais onde ocorrem geadas, considerados impróprios para fruteiras tropicais (NODARI; GUERRA, 2017).

A Colômbia apresenta clima tropical, e desta forma as plantas não entram em dormência, como ocorre em regiões de maior latitude (Sul do Brasil, Uruguai e Nova Zelândia, com climas subtropicais e temperados), nas quais o inverno é bem definido. Na Colômbia, o cultivo de goiabeira serrana é feito em regiões de altitude entre 1500-2800 m, sendo que a condição ideal ocorre entre altitudes de 1800-2600 m, com temperatura média de 16 °C. Como isso a produção é praticamente contínua ao longo do ano, com alta produção de frutos, aproximadamente 50 t ha⁻¹, de tamanho médio entre 60-70 g (AMARANTE, 2017).

A condução das plantas é feita no sistema de líder central, com três estratos de ramos laterais, visando permitir maior penetração de luz e aeração do dossel, o que aumenta a produção e reduz problemas fitossanitários (principalmente infecção por *Botrytis* das flores), pois nas regiões de altitude de cultivo há restrição de luz, com dias nublados (AMARANTE, 2017).

Os frutos dos genótipos produzidos na Colômbia são consumidos inteiros, porque possuem casca fina e pouco amarga. A Colômbia exporta os frutos via aérea (sem refrigeração) para a Europa (AMARANTE, 2017).

A Nova Zelândia caracteriza-se pelo elevado nível tecnológico e de organização da produção de goiabeira serrana. O país conta com grande diversidade de genótipos comerciais (mais de 20 cultivares), que permite ampla

janela de colheita, iniciando na metade de março e terminando no final de junho (AMARANTE, 2017).

O sistema de produção e comercialização de goiabeira serrana na Nova Zelândia é organizado pela “New Zealand Feijoa Growers Association” (NZFGA). Os principais mercados de exportação de frutos *in natura* da Nova Zelândia são Austrália e Sudeste da Ásia, e mais recentemente EUA e Japão. Aproximadamente 25% do volume de frutos, que não atendem aos padrões de qualidade para mercado *in natura*, é destinado para a indústria (AMARANTE, 2017).

Na Nova Zelândia, as plantas são conduzidas em espaldeira. Este sistema, apesar da alta demanda em mão-de-obra, aumenta a eficiência fotossintética, melhora a polinização por pássaros, e facilita os tratos culturais e a colheita dos frutos. Os frutos são colhidos no estágio de fácil desprendimento da planta, mediante uma leve força de tração com a mão (“touch-picking”). Alguns produtores na Nova Zelândia têm colocado redes suspensas por arames esticados, abaixo da copa, a 40-50 cm do chão, para assim colher os frutos sobre a rede, quando eles se desprendem da planta, o que reduz o impacto e o contato com o solo dos frutos após a abscisão. O manejo adequado na colheita e pós-colheita permite armazenamento refrigerado (4-5 °C) dos frutos por 4-6 semanas, necessário para transporte refrigerado aos mercados externos (AMARANTE, 2017).

Nos Estados Unidos os primeiros plantios comerciais ocorreram na Califórnia, no início do século passado, onde ainda é cultivada, tanto para a produção de frutos, quanto ornamental (NODARI; GUERRA, 2017).

Na Califórnia a goiabeira serrana é bem adaptada a distintas regiões ecológicas e é tão rustica quanto o é no seu centro de origem, tolerando temperaturas de até -11 °C, exceto no florescimento e frutificação. Nestas condições a planta responde bem à irrigação e requer poucas práticas de manejo (NODARI; GUERRA, 2017).

A maioria das variedades e plantas cultivadas originaram de “seedlings” na própria Califórnia e são do tipo Uruguai. O sistema de produção segue os princípios agroecológicos e normalmente não é feita poda e raleio (NODARI; GUERRA, 2017), e toda produção é destino à feiras locais.

1.4.1.5 Importância econômica e uso da goiabeira serrana

A goiabeira serrana é comercializada no Brasil em lojas especializadas das grandes capitais com abastecimento de frutos oriundos principalmente de importações da Colômbia. A produção brasileira é pequena, estando desconhecido ainda o mercado consumidor fora da região de origem (AMARANTE, 2017).

Segundo Santos et al. (2009), em uma pesquisa realizada nos municípios da região do Planalto Catarinense, observou-se que são poucas as pessoas que usam a planta para consumo de frutos *in natura*. Foram relatados 12 diferentes usos para *Acca sellowiana*, entre os quais: medicinal, especialmente para problemas digestivos, preparo de doces, geleias, bebidas alcoólicas, suco, consumo das flores, lenha, cabo de ferramentas, moirão, artesanatos e em iscas para a mosca-das-frutas. Em processamento caseiro, frutos podem ser transformados em goiabada, geleia, goiaba cristalizada, goiaba desidratada em fatias, compota e licor (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2007). E ainda podem ser processados e consumidos como sucos puros ou misturados com outros de maçã e quivi para os quais a goiabeira-serrana contribui com seu aroma e sabor inconfundível, além de vinhos, espumantes, destilados, licores, polpa congelada para confeitoria, sorvetes e conservas em caldas (DUCROQUET et al., 2000).

No conhecimento popular é citado o uso de infusão das folhas de goiabeira serrana para combater diarreias, infecção intestinal, feridas, hemorragias, dores de garganta e problemas de estômago (DUCROQUET et al., 2000). A goiabeira serrana é indicada também, como eficiente no tratamento de anemia. Possui propriedades antioxidantes e apresenta potencialidades para a atividade antimicrobiana (BEAL, 2009). Agricultores citam a goiabeira também para uso medicinal em gripes e dor de dente (SANTOS, 2009).

A goiabeira serrana é rica em iodo (3 mg/100 g), fibra (3,55%), vitamina C (24 a 37 mg/100 g) e sais minerais (CACIOPPO et al., 1988). O iodo é um elemento essencial para dieta humana, evitando o bócio, o que pode ser prevenido pelo consumo da fruta. Os principais componentes do fruto duas cultivares de goiabeira serrana são: carboidratos, proteínas, fibras, ácido cítrico e ácido ascórbico (BEAL, 2009).

Na Nova Zelândia, a goiabeira serrana desenvolveu-se bem e as frutas são oferecidas na forma de sucos, geleias, óleos, vinhos e licores. A goiabeira serrana

foi indicada por especialistas do Ministério do Meio Ambiente no Brasil, como uma das 775 espécies de planta do futuro. Na Colômbia foi indicada entre as 10 espécies frutíferas agroindustriais promissoras (DUCROQUET et al., 2002).

1.4.1.6 Manejo e nutrição para goiabeira serrana

Conhecer fatores limitantes à produção de frutíferas permite a adoção de programas de calagem e adubação, com resultados favoráveis ao aumento da produtividade e, consequentemente, do lucro do fruticultor (NATALE et al., 2007).

Para que uma cultura possa manifestar todo o seu potencial genético através da produção de frutos, é necessário que tenha à sua disposição fatores otimizados como: clima, genótipos, luz, água, temperatura e nutrientes. Em relação à nutrição, é necessário que a planta tenha a seu dispor durante todo o seu ciclo de vida, os nutrientes em quantidades adequadas para atender as suas funções no metabolismo vegetal. Portanto, é necessário saber se a planta está ou não bem nutrida, uma vez que a produção da cultura depende de um adequado estado nutricional.

Apesar da importância para a maioria das plantas frutíferas, há carência de informações sobre a prática da calagem e adubação na fase de implantação, formação e produção dos pomares de goiabeira serrana.

A calagem é uma prática reconhecidamente benéfica em condições de solo ácido, porém, nem sempre é realizada, ou o é de modo inadequado e, portanto, ineficaz. A calagem promove diminuição da acidez dos solos com insolubilização de formas tóxicas, principalmente de Al e Mn; aumenta os teores de Ca e Mg e a disponibilidade de P e Mo; reduz a disponibilidade dos micronutrientes Cu, Fe, Mn e Zn; tem efeitos favoráveis na microflora dos solos; favorece a melhoria de suas propriedades físicas e proporciona maior desenvolvimento radicular, melhorando a eficiência de uso dos nutrientes e da água que estão no solo (ERNANI, 2008).

O conhecimento e o manejo adequado da fertilidade do solo e da nutrição de plantas, especialmente no caso da fruticultura são fundamentais, dada a influência que esses fatores de produção exercem sobre aspectos ligados à qualidade dos frutos, como cor, sabor, tamanho, aroma e aparência. O atendimento das exigências nutricionais representa para as frutíferas um dos aspectos mais importantes para alcançar sucesso nessa atividade, pois, além de afetar a produtividade e a

qualidade, a adequada nutrição influi no crescimento vegetal, na tolerância a pragas e doenças, bem como no armazenamento das colheitas (NATALE et al., 2012).

A goiabeira serrana é uma cultura perene, por isso, na época da implantação do pomar o produtor pode fazer o preparo do solo, corrigindo os níveis iniciais dos nutrientes e da acidez do solo (SANTOS et al., 2010). A espécie adapta-se bem a uma grande variedade de solos, desde arenosos até argilosos, devendo-se evitar aqueles que apresentam problemas de drenagem (FUNDACIÓN CHILE, 1990).

Para eficiente absorção de água e nutrientes e boa sustentação das plantas de goiabeira serrana, é necessário um sistema radicular bem desenvolvido, obtido em solo com boas características químicas, físicas e biológicas (SANTOS et al., 2010). As raízes de goiabeira serrana encontram-se principalmente nos primeiros 50 cm de profundidade do solo (THORP; BIELESKI, 2002). Assim, na implantação do pomar é importante escolher um bom local, além de melhorar as condições químicas através de calagem e da adubação pré-plantio (SANTOS et al., 2010).

De um modo geral, a goiabeira serrana exige solo com alto teor de matéria orgânica, bem como uma atenção especial ao fósforo. Teores excessivos de nitrogênio induzem à formação de brotações laterais na base da planta e de ramos ladrões, prejudicando a frutificação (CACIOPPO, 1988).

A goiabeira serrana consegue sobreviver em solos ácidos e carentes em nutrientes. Porém, há diferença entre sobrevivência e crescimento de uma planta saudável que irá produzir frutos de alta qualidade. Os melhores resultados em termos de crescimento da planta e qualidade dos frutos de goiabeira serrana são geralmente obtidos em solos bem drenados, com boa fertilidade natural ou corrigidos por meio de fertilizantes e pH entre 6,0-6,5 (THORP; BIELESKI, 2002).

Há poucos estudos detalhados sobre a necessidade de nutrientes para a goiabeira serrana, sendo baseadas nas informações disponíveis para outras culturas de frutíferas semelhantes (THORP; BIELESKI, 2002).

Com relação aos micro e macronutrientes, a goiabeira serrana é uma planta de crescimento lento, com requerimento relativamente baixo de nitrogênio (N) em relação ao fósforo (P) e potássio (K), sendo melhor um fertilizante de liberação lenta a um altamente solúvel. A goiabeira serrana é intolerante a solos alcalinos, pois em solos com pH acima de 7,0, as plantas apresentam clorose foliar, induzida pela deficiência de ferro (Fe). A absorção de K também é prejudicada em solos alcalinos.

Nessas situações o melhor é reduzir o pH a adicionar K ou Fe extra ao solo (THORP; BIELESKI, 2002).

Além de corrigir possíveis desequilíbrios no solo antes da implantação do pomar, a goiabeira serrana não exige alto suprimento de fertilizante quando jovem. À medida que as plantas crescem e começam a frutificar, a entrada de fertilizante deve ser aumentada gradualmente para compensar a extração pela colheita de frutos. Para desenvolver um programa de fertilização deve-se levar em consideração a análise de solo e de folhas, observando o crescimento da planta. As aplicações anteriores de fertilizantes também devem ser consideradas. As taxas de aplicação devem ser regularmente revistas, além de realizar modificações apropriadas quando necessário, para produzir um equilíbrio entre crescimento, rendimento e qualidade de frutos (THORP; BIELESKI, 2002).

Thorp e Bieleski (2002) recomendam a aplicação no solo de 25 g/planta de N e K, 20 g/planta de Mg no primeiro e segundo ano. No terceiro ano, recomendam aplicação de 35 g/planta de N e K, e 25 g/planta de Mg. No quarto ano recomendam aplicar 55 g/planta de N e K, e 30 g/planta de Mg. No quinto ano os autores recomendam aplicar 75 g/planta de N e K, e 35 g/planta de Mg. No sexto ano a recomendação é aplicar 95 g/planta de N e K, e 40 g/planta de Mg. No sétimo ano recomendam aplicação de 115 g/planta de N e K, e 45 g/planta de Mg. E a partir do oitavo ano recomendam aplicar 130 g/planta de N e K, e 50 g/planta de Mg. Em relação ao P, recomenda-se aplicar 60 g/planta/ano.

Para o manejo da goiabeira serrana, Santos et al. (2010), recomendam manter limpa a faixa de projeção da copa da planta por meio de capina no primeiro ano. Nos anos subsequentes, podem ser utilizados herbicidas. A manutenção das entrelinhas relvadas e roçadas regularmente favorece a proteção do solo contra a erosão e a incidência direta de radiação solar, favorecendo a manutenção da umidade do solo. Ressaltam que é preciso estar atento para que a cobertura não gere competição excessiva com a cultura. Para tanto, devem-se usar culturas intercalares de baixo porte nos dois primeiros anos, respeitando-se uma distância de pelo menos um metro em relação ao tronco das plantas.

Na adubação de crescimento, durante os três primeiros anos após o plantio da goiabeira serrana, recomenda-se aplicar somente adubo nitrogenado, em doses variáveis, conforme a idade das plantas. No Brasil, há carência de trabalhos relacionados com a demanda de adubação para a goiabeira serrana durante sua

fase produtiva. Portanto, as recomendações da adubação de manutenção são baseadas nas quantidades aplicadas em pomares da Nova Zelândia. Recomenda-se a aplicações de nitrogênio e potássio, em quantidades variáveis, conforme a idade da planta. Para ajustes da recomendação da adubação de manutenção, deve-se considerar também a análise periódica do solo a cada três anos; crescimento vegetativo; análise foliar a cada dois anos; adubações anteriores; produtividade; presença de sintomas de deficiências nutricionais; e condições climáticas. Em relação ao fósforo, as frutíferas em geral respondem pouco a esse nutriente quando aplicado em manutenção. Assim, solos bem corrigidos na implantação podem dispensar a adubação fosfatada por um longo período de produção (SANTOS et al., 2010).

Por conseguinte, fica evidente a importância da correção da acidez do solo, fertilização e adubação, bem como de pesquisas sobre o assunto para a cultura da goiabeira serrana.

2 RESPOSTA À CALAGEM E ADUBAÇÃO FOSFATADA NO CRESCIMENTO INICIAL E ABSORÇÃO DE NUTRIENTES POR PLANTAS DE GOIABEIRA SERRANA [*Acca sellowiana* (Berg.) Burret] EM CONDIÇÕES CONTROLADAS

2.1 RESUMO

A calagem e a adubação fosfatada podem contribuir para o crescimento das plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da calagem e da adubação fosfatada no crescimento inicial, na composição mineral das folhas e no acúmulo de matéria seca de mudas de goiabeira serrana (*Acca sellowiana*). O experimento foi conduzido em casa de vegetação, com Cambissolo Húmico. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de calagem – 0, 25, 50 e 100% da dose necessária para elevar o pH do solo a 6,0 – e de quatro níveis de fósforo – 0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ –, dispostos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições. Doze meses após o transplante foram avaliados o crescimento em altura, matéria seca e teores de Ca, Mg, N, P e K da parte aérea e raízes. No solo foram avaliados teores de Ca, Mg, N, P, K, C, Al, pH_{água} e pH_{SMP}. No solo não houve interação entre os fatores estudados. Os níveis de P não tiveram efeito sobre as variáveis avaliadas. A goiabeira serrana mostrou ser uma planta que responde à calagem, aumentando seu crescimento, acúmulo de matéria seca e absorção de nutrientes, principalmente N e K.

Palavras-chave: fruta nativa; acidez do solo; fertilidade do solo.

2.2 INTRODUÇÃO

A goiabeira serrana (*Acca sellowiana*) ou feijoa é uma espécie frutífera encontrada nos biomas Pampa e Mata Atlântica. É nativa do planalto meridional brasileiro e do norte do Uruguai. A espécie foi aclimatada em países fora da sua área de ocorrência natural, sendo encontrada na França, Itália, Rússia, Nova Zelândia, Estados Unidos, Israel e Colômbia (MORETTO et al., 2014).

O interesse no estudo desta Myrtaceae está baseado no fato da espécie ser adaptada às condições edafoclimáticas de Santa Catarina e por apresentar frutos

com expressivo potencial organoléptico (MATTOS, 1990; DUCROQUET; RIBEIRO, 1991; BARNI et al., 2004).

A região de ocorrência natural da goiabeira serrana no Estado de Santa Catarina apresenta geralmente solos muito ácidos. Em São Joaquim, essa condição deve-se aos altos teores de argila e matéria orgânica. Além disso, plantas nativas *in situ*, comumente, têm crescimento lento e produtividade baixa com frutos desuniformes, e a calagem melhora esses parâmetros. Recomenda-se que o pH do solo seja elevado até 5,5, valor em que os teores de alumínio e de manganês tóxico são desprezíveis. Além de neutralizar o alumínio e o manganês trocável do solo, a calagem propicia maior disponibilidade de cálcio e magnésio, aumenta a disponibilidade de fósforo, e também favorece a atividade microbiana do solo (SANTOS et al., 2010).

Nas condições de solos de São Joaquim, assim como na maioria das regiões recomendadas para o cultivo da feijoa, os teores naturais de fósforo são muito baixos. Devido à carência de pesquisas dessa natureza para a goiabeira serrana, sugerem-se adubações com quantidades semelhantes de fósforo e de potássio, como aquelas utilizadas para outras fruteiras temperadas, como a macieira e a pereira (SANTOS et al., 2010).

Nachtigal et al. (1994) observaram que a goiabeira serrana, originária de solos ácidos e de baixa fertilidade, apresentou resposta positiva, quando submetida à melhoria da fertilidade do solo. Assim, para a obtenção de resultados econômicos satisfatórios em pomares comerciais, é necessário manter em níveis adequados a fertilidade do solo, promovendo aumentos substanciais na produção de frutos (NATALE, 1993).

As quantidades de adubação fosfatada e calcário para a goiabeira serrana, no pré-plantio, dependem dos resultados da análise de solo. Recomenda-se que as quantidades recomendadas devem ser aplicadas a lanço em toda a área, com incorporação, no mínimo, na camada arável. Em locais onde é muito difícil aplicar os adubos em toda a área, como em solos muito pedregosos e declivosos, pode-se realizar a correção do solo na faixa de plantio, procurando corrigir posteriormente o restante da área, à medida que as plantas vão se desenvolvendo. Geralmente, o máximo efeito da calagem na correção da acidez ocorre de 3 a 12 meses após a aplicação do calcário. Por isso, deve ser realizada anteriormente ao plantio das mudas (SANTOS et al., 2010).

O objetivo do presente estudo foi avaliar a resposta da goiabeira serrana à calagem e a disponibilidade de nutrientes no crescimento inicial da planta; avaliar o efeito do P no crescimento inicial de mudas; estimar a composição mineral de folhas, caule e raízes; e avaliar o acúmulo de matéria seca em mudas de goiabeira serrana.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação, no município de Lages/SC, de outubro de 2013 a outubro de 2014.

As mudas de goiabeira serrana (*Acca sellowiana*) da variedade Alcântara foram obtidas pela semeadura em bandejas plásticas, contendo solo peneirado, areia e substrato de casca de arroz, até atingirem altura adequada para o transplante, entre 5-8 cm.

Para a condução do experimento foi utilizado um Cambissolo Húmico de São Joaquim, coletado na camada de 0,0 – 0,30 m. O solo apresentou as seguintes características físicas e químicas: 260 g kg⁻¹ de areia; 580 g kg⁻¹ de argila; 160 g kg⁻¹ de silte; pH_{SMP} = 4,8; Ca = 0,13 cmol_c kg⁻¹; Mg = 0,34 cmol_c kg⁻¹; N = 0,9 g kg⁻¹; P = 8,03 mg kg⁻¹; K 0,18 cmol_c kg⁻¹ e Al = 5,7 cmol_c kg⁻¹.

Os tratamentos consistiram de quatro níveis de calagem: 0, 25, 50 e 100% da dose necessária para elevar o pH do solo a 6,0, o que correspondeu a 0, 3, 6, 12 t/ha respectivamente; e quatro níveis de fósforo: 0, 60, 120 e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅, dispostos em delineamento experimental inteiramente casualizado, com cinco repetições.

A unidade experimental foi composta por vaso com capacidade de 8 litros, com 8 kg de solo seco e peneirado em malha de 4 mm. Em cada tratamento o calcário e o superfosfato triplo foram misturados e homogeneizados ao solo separadamente, sendo transplantada uma planta por vaso, com altura da parte aérea de 5 a 8 cm.

Durante o período de condução do experimento, a irrigação foi feita diariamente, de acordo com a demanda hídrica da cultura, de forma a repor os volumes perdidos por transpiração, sendo o solo mantido em umidade correspondente à capacidade de campo.

A avaliação do crescimento das plantas foi realizada mensalmente, com medida da altura da parte aérea, obtida com o auxílio de régua milimétrica, posicionada em nível do substrato até o ápice da planta.

As determinações químicas realizadas no solo após 12 meses de crescimento das plantas foram de pH_{água} e pH_{SMP}, teores de Ca e Mg trocáveis, N total, P e K extraíveis, Al trocável, e C orgânico total. O pH em água e pH SMP foram determinados em eletrodo acoplado a medidor de pH em extrato na relação solo:líquido de 1:1; Ca, Mg e Al foram extraídos com sal neutro (KCl 1,0 molc L⁻¹), sendo os dois primeiros determinados por espectrofotometria de absorção atômica e o Al quantificado por titulação ácido-base; K foi extraído por solução de ácidos diluídos (Mehlich-1) e determinado por fotometria de chama, o P por espectrometria, de acordo com a metodologia proposta por Murphy e Riley (1962); o N total por digestão ácida, pelo método Kjeldahl, com determinação de N por destilação de amônia em vapor, recolhendo-se em solução indicadora de ácido bórico, posteriormente titulada com H₂SO₄ diluído; e o teor de C orgânico total foi determinado por combustão no aparelho TOC Analytik Jena. A CTC efetiva foi calculada a partir da soma dos teores de Ca, Mg, K e Al no solo. Detalhes sobre as metodologias utilizadas foram descritos por TEDESCO et al. (1995).

As plantas foram colhidas aos 12 meses após o transplante e separadas em parte aérea e raízes. As raízes foram separadas do solo com o auxílio de uma peneira e lavadas em água corrente e em água destilada. As folhas, caules e raízes foram secos a 65°C em estufa com circulação de ar forçada, até atingirem massa constante. Posteriormente as amostras foram pesadas e moídas. Para determinação dos teores de macronutrientes as amostras foram submetidas à digestão com ácido sulfúrico e água oxigenada (TEDESCO et al., 1995). O Ca e Mg foram analisados por absorção atômica. O N foi separado por arraste de vapor em aparelho semi-micro Kjeldahl e determinado por titulometria com H₂SO₄; o K por fotometria de chama e o P de acordo com a metodologia proposta por Murphy e Riley (1962), por espectrofotometria UV-visível (TEDESCO et al., 1995).

Os dados foram submetidos à análise de regressão pelo programa estatístico Statistical Analysis System SAS 9.0, para determinar os efeitos das doses de P e calcário.

Para o acúmulo de matéria seca os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$). Havendo significância, para avaliação de efeitos

individuais entre tratamentos, o Teste de Scott-Knott a 5 % de significância, com o programa estatístico ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2009).

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No solo, os efeitos da calagem e das doses de P₂O₅ não interagiram entre si. A aplicação de fósforo não teve efeito sobre as variáveis analisadas, exceto para o teor de P. Porém, a calagem teve efeito significativo sobre quase todas as variáveis, exceto para os teores de N, K e C (Tabela 1).

Tabela 1 – Equação de regressão para as características avaliadas em função de doses de calcário (x) e P (y) aplicadas no solo.

Características	Equação de Regressão	R ²
Ca	$z=0,4426+0,0504x-0,0002x^2$	0,82
Mg	$z=0,7831+0,0495x-0,0001x^2$	0,79
N	Teor médio (0,7 g kg ⁻¹) n.s	-
P	$z=7,3127+0,1678x+0,0766y-0,0014x^2$	0,69
K	Teor médio (67,7 mg kg ⁻¹) n.s	-
Al	$z=4,8986-0,1008x+0,0006x^2$	0,80
C	Teor médio (4,3 cmol _c kg ⁻¹) n.s	-
pH água	$z=4,8775+0,0182x-0,00009x^2$	0,58
pH SMP	$z=4,6502+0,0113x-0,000051x^2$	0,62
CTC	$z=6,2916-0,0008x+0,0002x^2$	0,48
V%	$z=10,1952+0,915x-0,00547x^2$	0,48

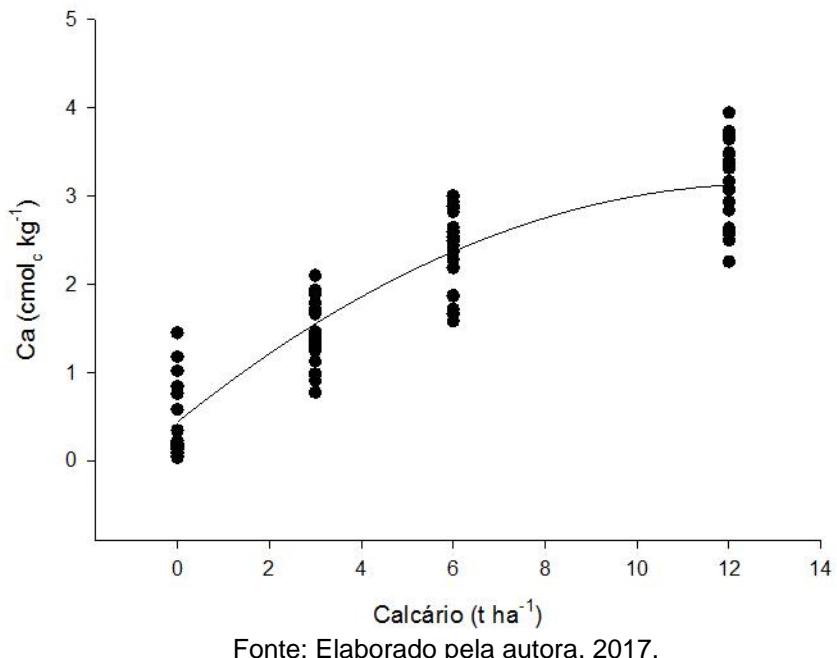
n.s: não significativo.

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Observa-se aumento significativo nos teores de Ca e Mg no solo em resposta às doses crescentes de calcário (Figuras 1 e 2).

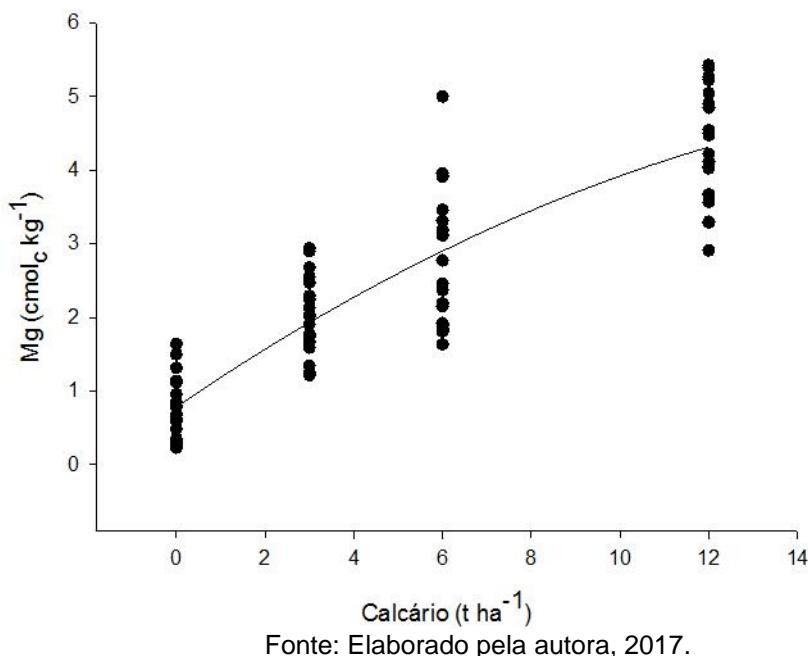
Os maiores teores de Ca no solo foram observados nas amostras com 100% da dose de calcário, assim como para os teores de Mg, com médias iguais a 3,3 cmol_c kg⁻¹ e 4,71 cmol_c kg⁻¹ respectivamente. A determinação da concentração de Ca no solo poderia ser indicativa para diagnóstico do potencial de crescimento radicular dessa fruteira.

Figura 1 - Teores de Ca no solo em função de doses crescentes de calcário aplicados ao solo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

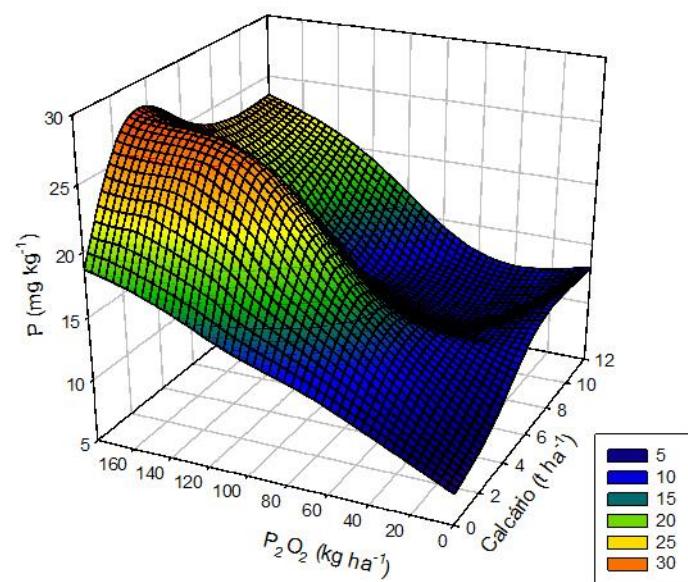
Figura 2 - Teores de Mg no solo em função de doses crescentes de calcário aplicados ao solo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

A maior concentração de P no solo foi observada no tratamento com aplicação de 25% da dose de calcário e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅, com média igual a 27,9 mg kg⁻¹ (Figura 3).

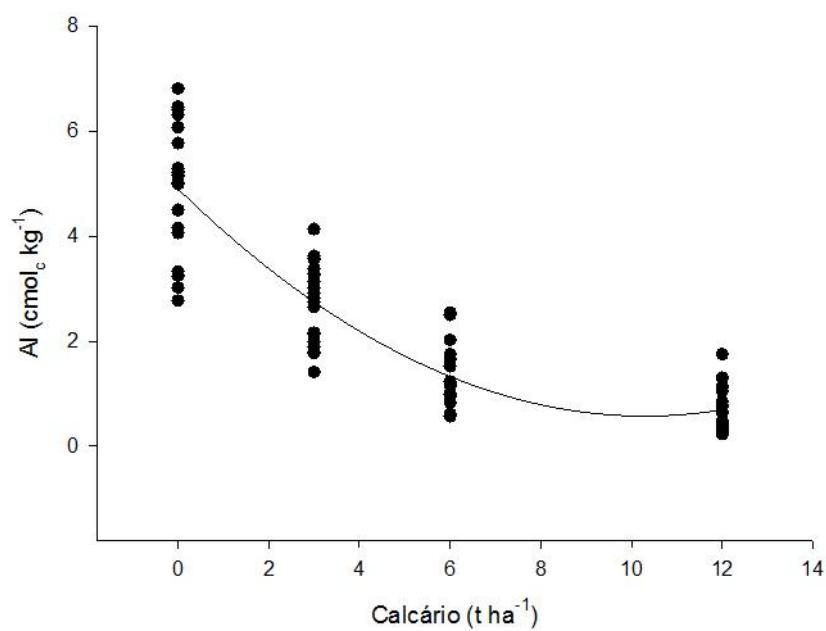
Figura 3 - Teores de P no solo em função de doses crescentes de calcário e P_2O_5 aplicados ao solo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Observa-se na Figura 4, que houve redução significativa no teor de Al no solo em resposta às doses crescentes de calcário.

Figura 4 - Teores de Al no solo em função de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo.

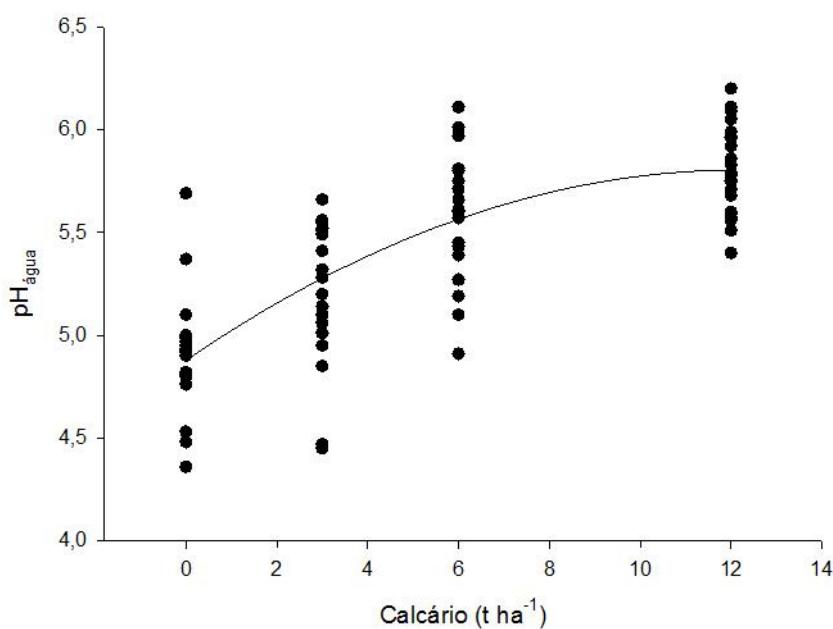


Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

O valor de Al trocável do solo foi menor após o período de um ano da instalação do experimento. Este comportamento foi decorrente do efeito da calagem na elevação do pH e na neutralização desse elemento. Houve diferença entre o valor de Al do solo, em todas as doses de calcário avaliadas. Observa-se também que o Al diminuiu com o aumento do pH do solo.

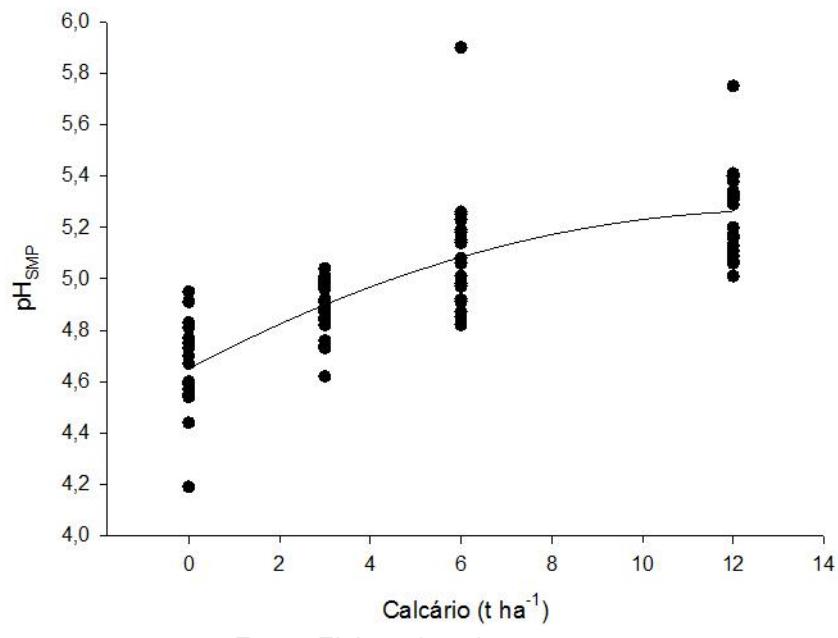
A calagem aumentou o pH_{água} e pH_{SMP} (Figuras 5 e 6). Em função das quantidades crescentes de Ca e Mg adicionados ao solo houve incremento nos valores da CTC e índice de saturação por bases (V%) (Figuras 7 e 8).

Figura 5 - Valores de pH_{água} em função de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo.



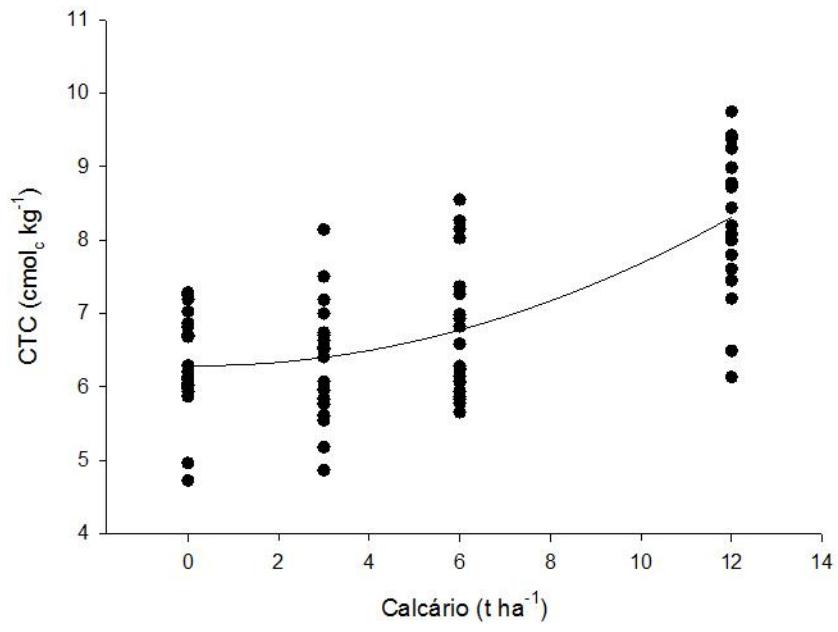
Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Figura 6 - Valores de pH_{SMP} em função de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo.



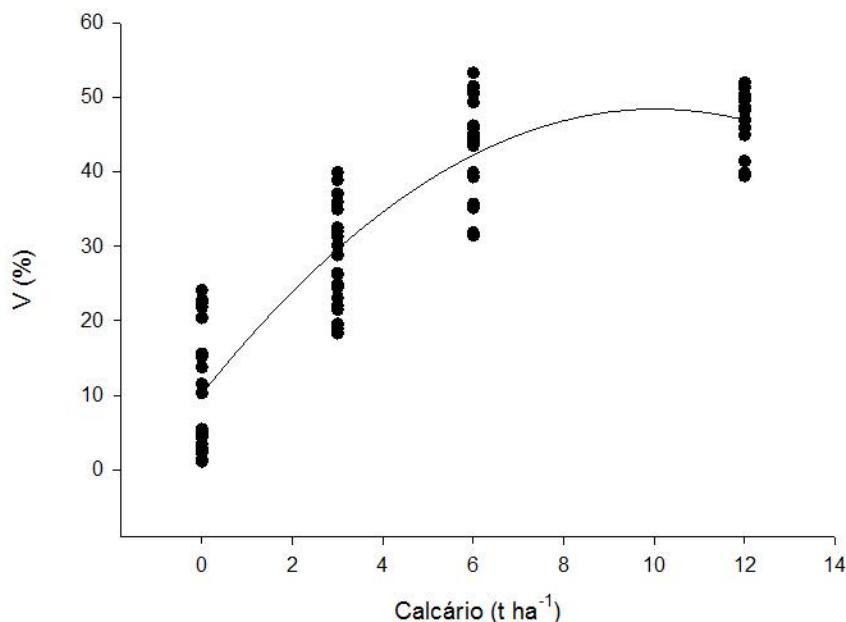
Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Figura 7 - Teores da CTC do solo em função de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Figura 8 - Valores da V (%) do solo em função de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

O efeito positivo da calagem para as plantas, em geral, é conhecido há muito tempo. A aplicação de calcário a solos ácidos promove maior desenvolvimento do sistema radicular da planta e consequentemente melhora a absorção de água e nutrientes. Além de neutralizar as formas tóxicas de Al, a calagem também fornece Ca, que tem papel preponderante no crescimento radicular (NAVA et al., 2016).

A absorção de Ca ocorre apenas em partes mais novas das raízes, ainda não suberizadas (MARSCHNER, 2012). Portanto, requer absorção contínua para assegurar o desenvolvimento adequado do sistema radicular (TAGLIAVINI; SCANDELLARI, 2013), uma vez que novas raízes só são formadas quando o nutriente está presente no solo (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O aumento da disponibilidade de nutrientes do solo através da elevação do pH do solo e, ao mesmo tempo, fornecendo Ca e Mg através da calagem, proporcionou melhores condições de nutrição das plantas. Portanto, a acidez do solo deve ser corrigida no estabelecimento do pomar e o pH do solo deve ser aumentado para pelo menos 5,5, de modo a garantir a eliminação dos efeitos tóxicos de Al no sistema radicular (NAVA et al., 2016).

A aplicação de P não teve efeito significativo sobre a altura das mudas de goiabeira serrana nos três primeiros meses de mensuração (novembro/2013 a

janeiro/2014). No entanto, a aplicação de calcário teve efeito significativo em todas as mensurações (novembro/2013 a outubro/2014), aumentando a altura das plantas (Tabela 2). Esses resultados indicam que, embora a goiabeira serrana seja adaptada a solos ácidos, a calagem melhora o crescimento da planta, conforme relatado por Dal Bó e Ducroquet (1992) para plantas cultivadas em vasos.

Os maiores incrementos em altura foram observados nos tratamentos com 50% da dose de calcário e sem aplicação de P (T9); 50% da dose de calcário e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (T10); 100% da dose de calcário e sem adição de P₂O₅ (T13); e 100% da dose de calcário com 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (T14) (Figura 9). Isso ocorre porque a calagem eleva o valor do pH do solo, neutraliza o alumínio que é tóxico às plantas, fornece cálcio e magnésio, aumenta a soma de bases e, consequentemente, a saturação por bases do solo, proporcionando maior crescimento radicular (PRADO; NATALE, 2004) e da parte aérea, o que reflete positivamente no desenvolvimento das plantas.

Tabela 2 – Equação de regressão para altura das plantas de goiabeira serrana em função de doses de calcário (x) e P (y) no período de um ano (novembro/2013 a outubro/2014).

Avaliação	Equação de Regressão	R2
1 ^a	$z=18,0754545+0,33019009x-0,0023436x^2$	0,24
2 ^a	$z=237127273+0,4120455x-0,0026178x^2$	0,32
3 ^a	$z=27,8214545+0,4893109x-0,0031756x^2$	0,34
4 ^a	$z=24,7217955+0,62799591x-0,0042344x^2+0,0648917y$	0,52
5 ^a	$z=27,965454+0,659021x-0,004266x^2+0,069350y$	0,54
6 ^a	$z=31,71975+0,65592x-0,004248x^2+0,069625y$	0,52
7 ^a	$z=31,6165+0,8319871x-0,004638x^2+0,1212333y-0,0014015y^2$	0,55
8 ^a	$z=39,0651636+0,9640202x-0,00560029x^2+0,10133y-0,001575y^2$	0,51
9 ^a	$z=40,4006+1,1809777x-0,007196x^2+0,11716y-0,0019298xy$	0,57
10 ^a	$z=45,3402091+1,2509221x-0,0075973x^2+0,11348y-0,0022054xy$	0,52
11 ^a	$z=50,857045+1,265948x-0,007586x^2+0,107433y-0,002323xy$	0,49
12 ^a	$z=54,8794545+1,2928623x-0,0077876x^2+0,1132667y-0,0024512xy$	0,46

1^a: Novembro/2013; 2^a: Dezembro/2013; 3^a: Janeiro/2014; 4^a: Fevereiro/2014; 5^a: Março/2014; 6^a: Abril/2014; 7^a: Maio; 8^a: Junho; 9^a: Julho; 10^a: Agosto; 11^a: Setembro; 12^a: Outubro.

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

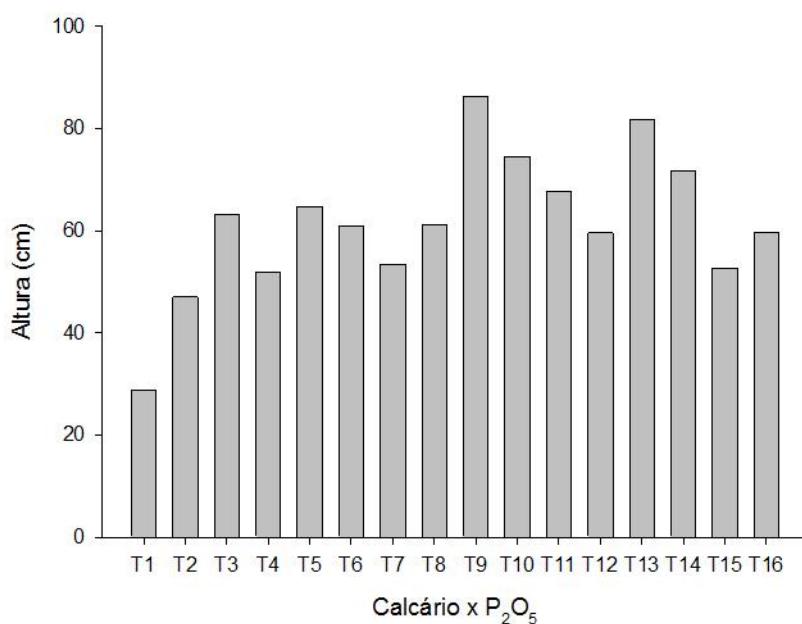
Dal Bó e Ducroquet (1992), em experimento em casa de vegetação, também verificaram que a correção do solo e a adubação fosfatada proporcionam aumento no crescimento inicial da goiabeira serrana. Esta resposta positiva provavelmente esteve ligada à diferente disponibilidade de P nos solos avaliados e ao menor

volume de solo para as plantas, que foram cultivadas em vasos. Esses autores recomendam a correção do solo para pH 6,0 e a adubação fosfatada pré-plantio semelhante a outras espécies frutíferas de clima temperado.

Estudos sobre o efeito de nutrientes nessa cultura podem ser baseados por analogia em resultados obtidos para outras mirtáceas cultivadas comercialmente, como a goiabeira (*Psidium guajava*). Entretanto, mesmo para essas espécies as informações são escassas, especialmente no que se refere à adubação na fase de desenvolvimento das mudas.

Souza et al. (2009b), avaliando o efeito da calagem em mudas de goiabeira comum, também obtiveram incremento significativo da altura das plantas com o aumento da concentração de cálcio, magnésio e da saturação por bases do solo.

Figura 9 - Altura média das plantas de goiabeira serrana em função de doses de calcário e P_2O_5 , aos 12 meses após transplante



T1: testemunha; T2: sem calcário e 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 ; T3: sem calcário e 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 ; T4: sem calcário e 180 kg ha^{-1} de P_2O_5 ; T5: 25% da dose de calcário sem P_2O_5 ; T6: 25% da dose de calcário e 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 ; T7: 25% da dose de calcário e 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 ; T8: 25% da dose de calcário e 180 kg ha^{-1} de P_2O_5 ; T9: 50% da dose de calcário e sem P_2O_5 ; T10: 50% da dose de calcário e 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 ; T11: 50% da dose de calcário e 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 ; T12: 50% da dose de calcário e 180 kg ha^{-1} de P_2O_5 ; T13: 100% da dose de calcário e sem P_2O_5 ; T14: 100% da dose de calcário e 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 ; T15: 100% da dose de calcário e 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 ; T16: 100% da dose de calcário e 180 kg ha^{-1} de P_2O_5 .

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Abreu et al. (2005), pesquisando o efeito de quatro doses de superfosfato simples e dois substratos na formação de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.), verificaram efeito significativo na altura e na matéria seca das raízes em função dos incrementos de P no solo. Mendonça et al. (2009) avaliaram a resposta de mudas de cerejeira-do-mato (*Eugenia involucrata* DC.) submetidas a doses crescentes de superfostato simples em vasos de 0,5 L e constataram efeito significativo dos tratamentos para a altura das plantas.

Souza et al. (2009a), ao analisarem o efeito da adubação nitrogenada e fosfatada na cultura da uvaia (*Eugenia uvalha* Camb.), também observaram resultados significativos para a variável altura de mudas em relação às doses de fósforo que, no entanto, não foi significativo para matéria seca da parte aérea e das raízes.

Em mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), doses de 70 a 135 mg de fósforo kg⁻¹ de solo foram suficientes para o crescimento adequado da parte aérea e do sistema radicular (CORRÊA et al., 2003). Em mudas de araçá-boi, as doses estimadas para máximo crescimento e produção de biomassa variaram entre 474,6 e 558,7 mg kg⁻¹ de P e para acúmulo de nutrientes variaram de 422,63 a 550,4 mg kg⁻¹ de P (MACEDO; TEIXEIRA, 2012).

Nas folhas, os efeitos das doses de calcário e adubação fosfatada interagiram entre si em todas as variáveis analisadas, exceto para o teor de Ca foliar, o mesmo aconteceu com os teores de Ca no caule, o que reforça a afirmativa da baixa mobilidade desse nutriente no floema, comprometendo, assim, a redistribuição na planta.

No caule, a adubação fosfatada não influenciou os teores de N e P. Houve interação do efeito das doses de calcário e adubação com P nos teores de Mg e K no caule. Nas raízes, a calagem teve efeito sobre todas as variáveis analisadas. As doses de adubação fosfatada e calcário interagiram entre si nos teores de N e P radicular. A adubação com P não exerceu efeito sobre os teores de Ca, Mg e K radicular (Tabela 3).

Tabela 3 - Equação de regressão no tecido vegetal para as características avaliadas em função de doses de calcário (x) e P (y) aplicadas no solo.

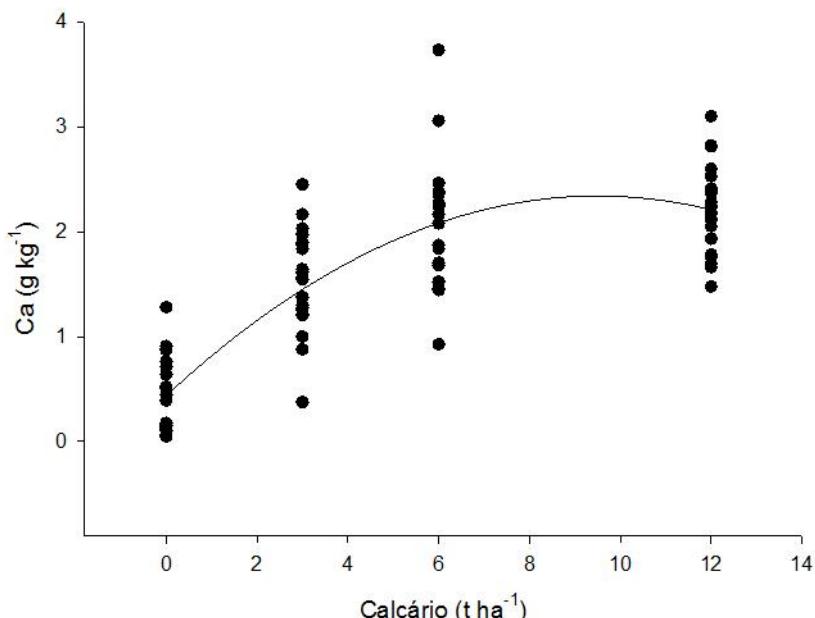
Características	Equação de Recessão	R ²
Folha		
Ca	Teor médio (0,21 g kg ⁻¹) n.s	-
Mg	$z=1,208^{**}+0,03198x^{**}-0,00232y^{**}+0,000048xy^{**}-0,00021x^{2**}$	0,77
N	$z=2,31^{**}-0,1657^{**}+0,00021xy^{**}-0,00099x^{2**}$	0,41
P	$z=4,431^{**}-0,0461x^{**}+0,00049y^{**}+0,00031x^{2**}$	0,45
K	$z=6,74^{**}+0,0739x^{**}-0,051y^{**}-0,000527x^2+0,0002367y^{2**}$	0,32
Caule		
Ca	Teor médio (1,93 g kg ⁻¹) n.s	-
Mg	$z=0,8117^{**}-0,00772x^{**}-0,00204y^{**}+0,000038xy^{**}+0,000047x^{2*}$	0,26
N	$z=10,8558^{**}-0,11089x^{**}+0,000841x^{2**}$	0,36
P	$z=2,083^{**}-0,01683x^{**}+0,0001321x^{2**}$	0,17
K	$z=3,909^{**}-0,04132x^{**}-0,0093y^{**}+0,00012xy^{**}+0,00024x^{2**}$	0,44
Raiz		
Ca	$z=0,4375^{**}+0,04808x^{**}-0,0003x^{2**}$	0,68
Mg	$z=0,2693^{**}+0,02313x^{**}-0,00013x^{2**}$	0,67
N	$z=1,535^{**}-0,04956x^{*}-0,0002xy^{**}+0,00059x^{2**}$	0,20
P	$z=2,494^{**}-0,01754x^{**}+0,0092y^{**}+0,00009x^{2*}-0,0000385y^{2**}$	0,47
K	$z=2,627^{**}-0,02215x^{**}+0,00015x^{2*}$	0,20

n.s.: não significativo

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

O efeito benéfico da calagem sobre o sistema radicular pode ser explicado pela relação entre o Ca do solo e a massa radicular da goiabeira serrana, que resultou em maior absorção de Ca pelas raízes. A maior absorção de Ca pelas raízes foi observada no tratamento com 100% da dose de calcário e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅, com teor médio de 2,64 g kg⁻¹ de Ca (Figura 11).

Figura 10 - Teores de Ca nas raízes em função de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo.



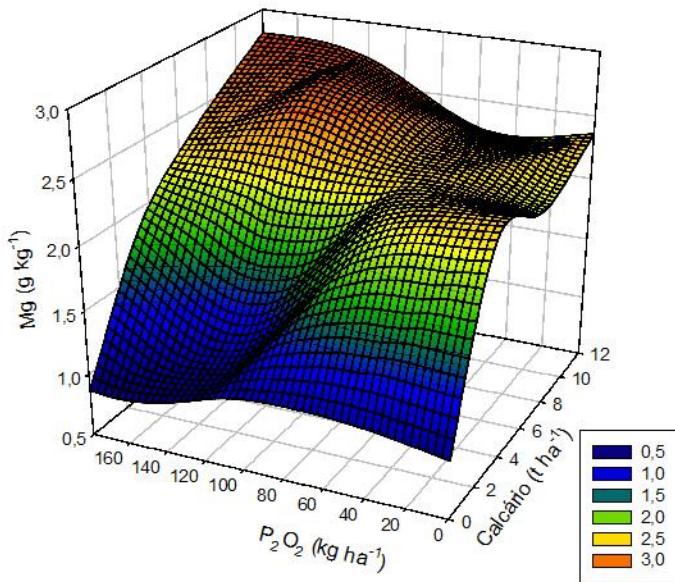
Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Prado et al. (2002) observaram valores superiores de Ca na parte aérea e raízes de goiabeira comum ($7,0\ g\ kg^{-1}$ e $4,5\ g\ kg^{-1}$ respectivamente). Prado (2003) observou que concentração de Ca próxima de $2,9\ cmol_c\ kg^{-1}$ no solo resultou em maior produção de frutos de goiabeira (*Psidium guajava*).

Nos tratamentos onde foi aplicada apenas adubação fosfatada ao solo, os teores de Mg acumulados nas folhas e raízes das plantas de goiabeira serrana foram inferiores aos tratamentos que receberam também calcário (Figura 10 a 12). Os maiores teores de Mg na parte aérea e raízes das plantas de goiabeira serrana foram observados no tratamento com 100% da dose de calcário e $180\ kg\ ha^{-1}$ de adubação fosfatada, apresentando médias nas folhas, caule e raízes de 2,81; 0,82 e $1,46\ g\ kg^{-1}$ respectivamente (Figuras 11 a 13).

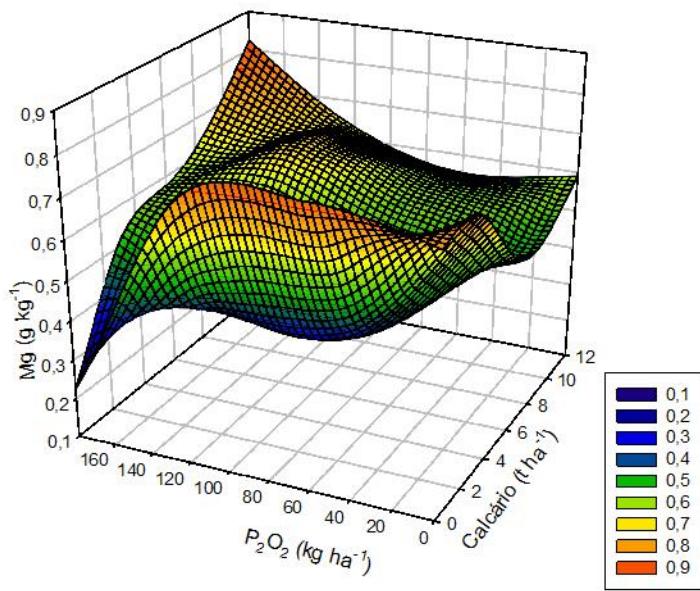
Assim, com o aumento das doses de calcário, elevou-se o fornecimento de cálcio e magnésio, aumentando a disponibilidade e a absorção desses nutrientes pelas plantas, melhorando o ambiente radicular causado possivelmente pela elevação da saturação por bases.

Figura 11 - Teores de Mg nas folhas em função de doses crescentes de calcário e P_2O_5 aplicadas ao solo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

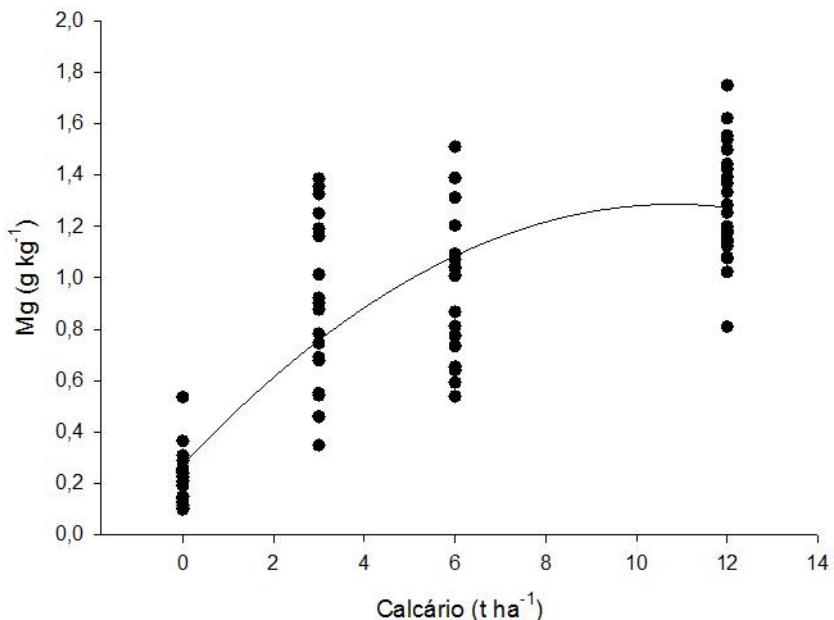
Figura 12 - Teores de Mg no caule em função de doses crescentes de calcário e P_2O_5 aplicadas ao solo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

A calagem aumentou a absorção de Mg, devido ao aumento do Mg trocável no solo, com o uso de calcário dolomítico.

Figura 13 - Teores de Mg nas raízes em função de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Nava et al. (2016), observaram aumento nos teores de Ca e Mg nas folhas de goiabeira serrana, em resposta à calagem, durante três anos de experimento. Os teores de Ca variaram entre 2,99-9,15 $g\ kg^{-1}$ e Mg entre 1,18-3,10 $g\ kg^{-1}$.

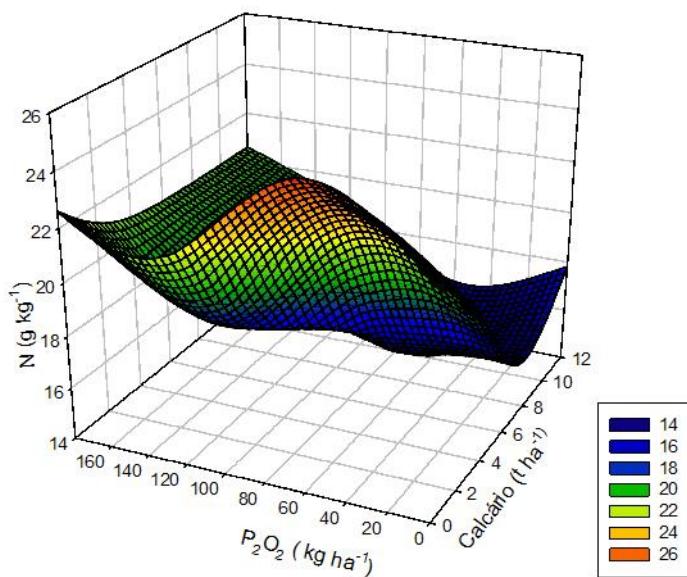
Os teores de N no tecido vegetal foram superiores nas folhas, seguidos pelas raízes e caule. Os maiores teores de N absorvidos pela parte aérea e raízes das plantas de goiabeira serrana foram observados no tratamento sem aplicação de calcário e com 60 $kg\ ha^{-1}$ de adubação fosfatada, com médias iguais a 25,2 $g\ kg^{-1}$ nas folhas, 12 $g\ kg^{-1}$ no caule e 16,4 $g\ kg^{-1}$ nas raízes (Figuras 14 a 16).

Nava et al. (2016), observaram aumento nos teores de N nas folhas de goiabeira serrana em resposta à calagem durante três anos de experimento, variando entre 15,3 e 23,5 $g\ kg^{-1}$, diferindo dos resultados apresentados neste experimento.

Com relação à composição mineral das folhas, o maior crescimento de plantas promovido pela calagem foi acompanhado pelo aumento do teor de Mg nas folhas. Como o calcário dolomítico contém Ca e Mg em sua composição, aumenta a disponibilidade desses nutrientes na solução do solo, favorecendo sua absorção pelas plantas. A aplicação de calcário também afeta indiretamente a disponibilidade de N, uma vez que promove aumento da atividade microbiana e, consequentemente,

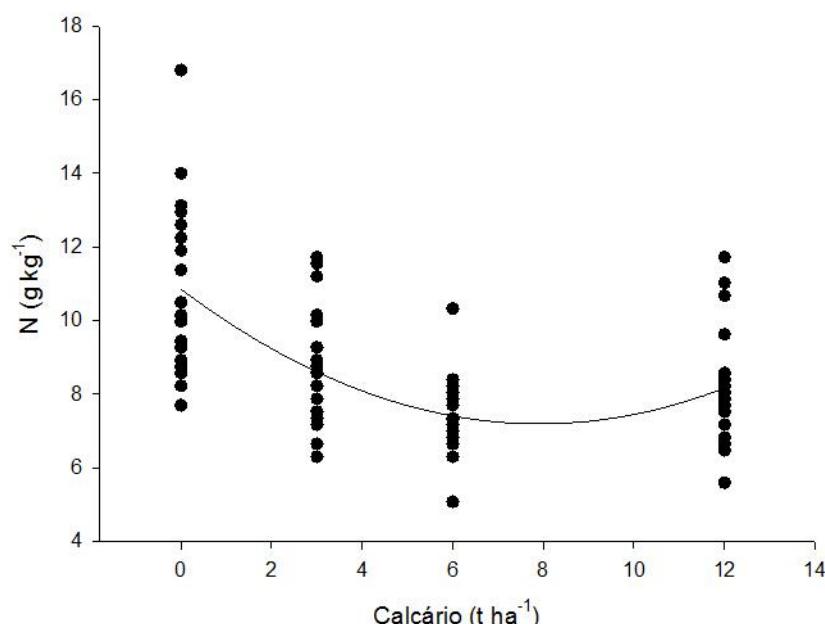
maior taxa de mineralização de matéria orgânica, que é a maior fonte de N para as plantas (NAVA et al., 2016).

Figura 14 - Teores de N nas folhas em função de doses crescentes de calcário e P_2O_5 aplicadas ao solo.



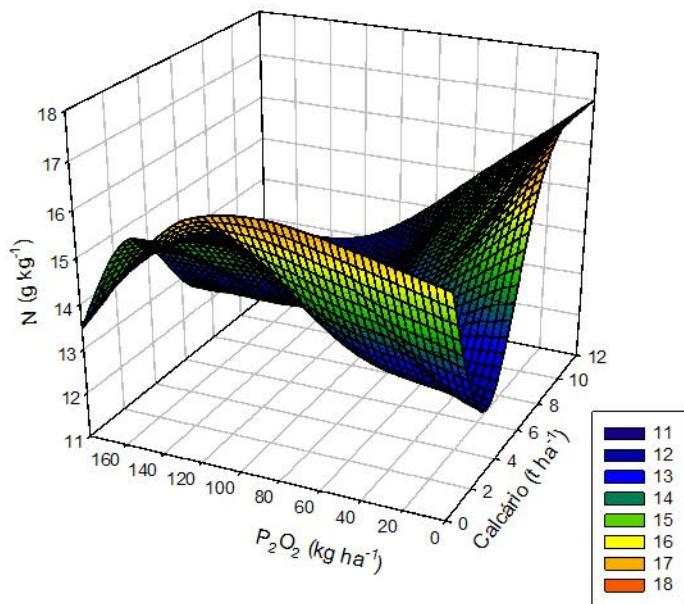
Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Figura 15 - Teores de N no caule em função de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Figura 16 - Teores de N nas raízes em função de doses crescentes de calcário e P_2O_5 aplicadas ao solo.

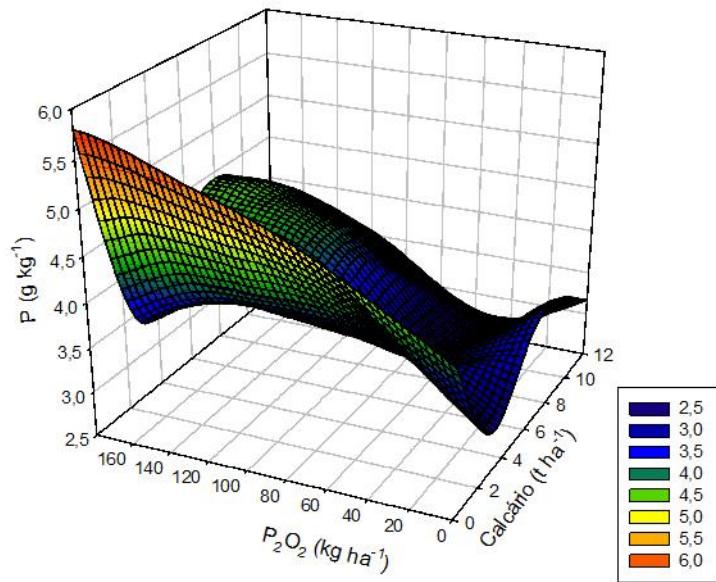


Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

O maior teor de P nas folhas de goiabeira serrana foi observado no tratamento sem adição de calcário e com 180 kg ha^{-1} de adubação fosfatada, com média igual a $5,8 \text{ g kg}^{-1}$ (Figura 17). No caule e raízes o maior teor de P foi observado no tratamento sem aplicação de calcário e com 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 (Figuras 18 e 19). Portanto, o acúmulo de P aumentou nas doses menores de calcário e reduziu sob a aplicação de doses maiores. Acredita-se que no primeiro caso, houve a liberação do P adsorvido à superfície dos óxidos de ferro e alumínio, que se tornaram mais solúveis com o aumento do pH da solução do solo (QUAGGIO, 2000).

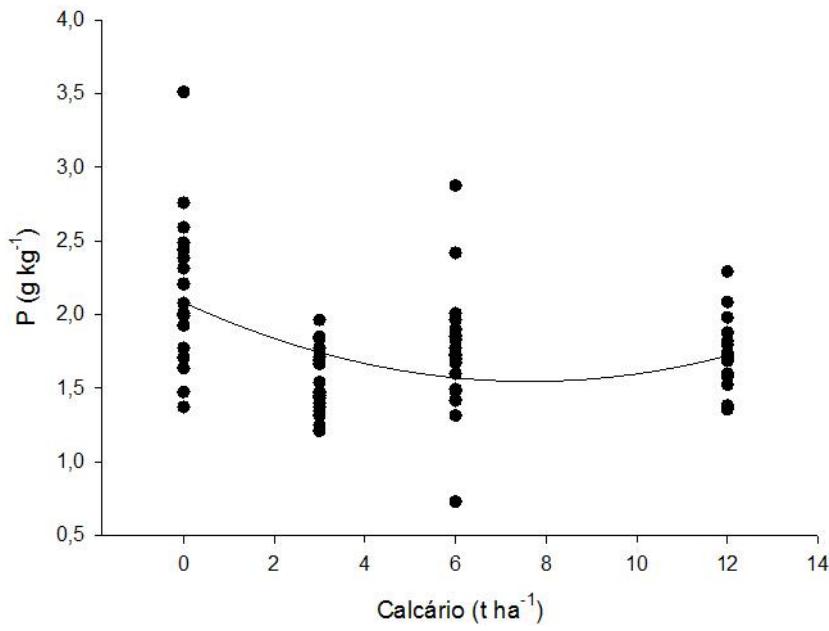
Nava et al. (2016), avaliando os teores de macronutrientes nas folhas de goiabeira serrana, observaram que independente da cultura, nenhum dos nutrientes, nem mesmo o P responderam a diferentes doses de adubação fosfatada.

Figura 17 - Teores de P nas folhas em função de doses crescentes de calcário e P_2O_5 aplicadas ao solo.



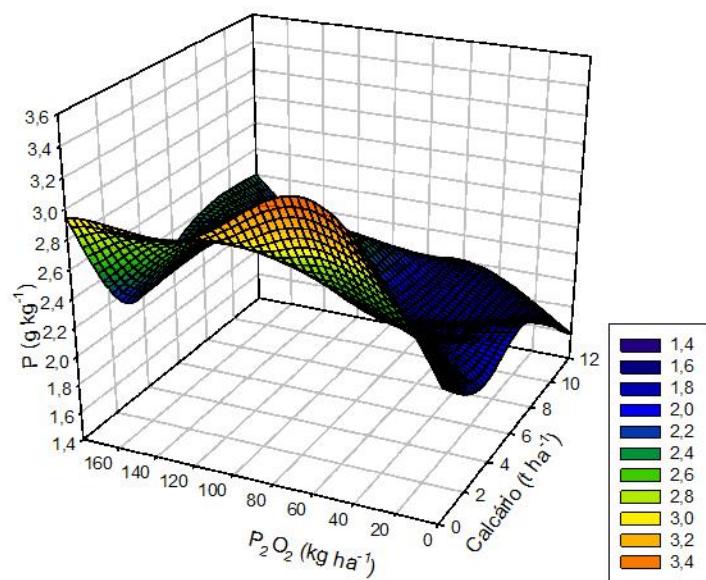
Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Figura 18 - Teores de P no caule em função de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Figura 19 - Teores de P nas raízes em função de doses crescentes de calcário e P_2O_5 aplicadas ao solo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

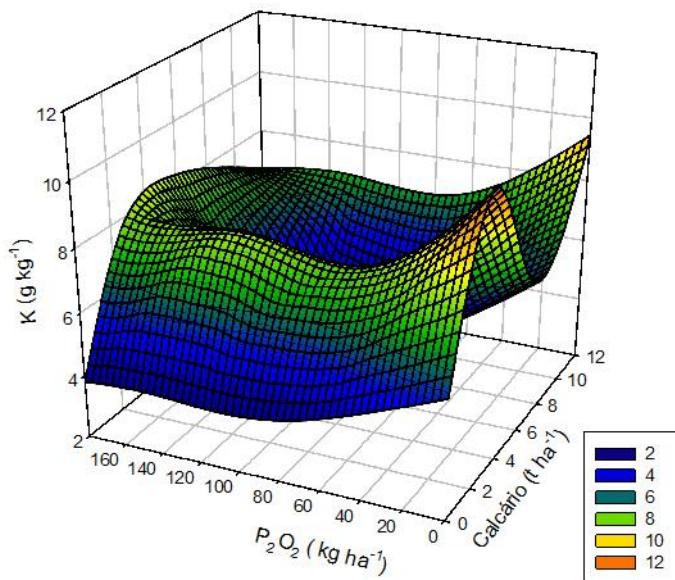
Segundo Nachtigal et al., (1994), estudando o efeito da adubação fosfatada no desenvolvimento inicial de mudas de goiabeira serrana, verificaram que embora seja uma espécie oriunda de regiões em que predominam solos ácidos e com disponibilidade de fósforo muito baixa, é muito exigente nesse elemento, pelo menos nas fases iniciais de crescimento.

Os teores de K nas folhas e caule de plantas de goiabeira serrana sofreram influencia das doses de calagem e adubação fosfatada. Nas raízes o teor de K não sofreu influencia das doses de adubação fosfatada. A maior concentração de K nas folhas e raízes das plantas de goiabeira serrana foi observada no tratamento com 25% da dose de calcário e sem aplicação de P (Figuras 20 e 22). No caule a maior concentração de K foi observada no tratamento testemunha, sem aplicação de calcário e adubação fosfatada (Figura 21).

A calagem promove a liberação de cargas negativas dependentes de pH, fazendo com que aumentem os sítios de retenção de K nas camadas mais superficiais do solo (QUAGGIO, 2000). Entretanto, o aumento na disponibilidade de Ca nas doses mais elevadas de calcário pode ter reduzido a absorção radicular de K em razão da competição desses cátions pelos mesmos sítios de absorção na

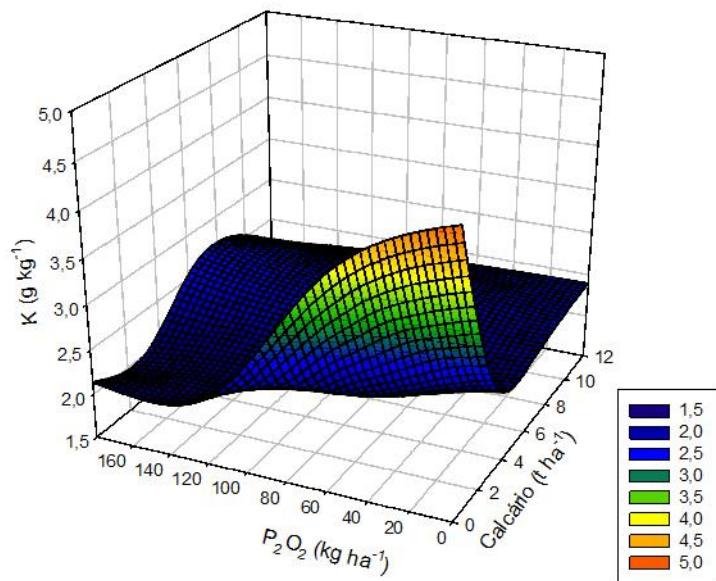
membrana plasmática (ERNANI; ALMEIDA; SANTOS, 2007). Existe a possibilidade também em que o menor teor de K pode estar associado com o efeito de diluição de nutrientes em resposta ao aumento do crescimento da planta na presença de calagem. A calagem também aumenta o número de cargas negativas nos solos (HAVLIN et al., 2013), o que favorece a adsorção de K nas novas cargas geradas pela calagem (ERNANI, 2008), reduzindo a atividade de K na solução do solo (NAVA et al., 2016).

Figura 20 - Teores de K nas folhas em função de doses crescentes de calcário e P_2O_5 aplicadas ao solo.



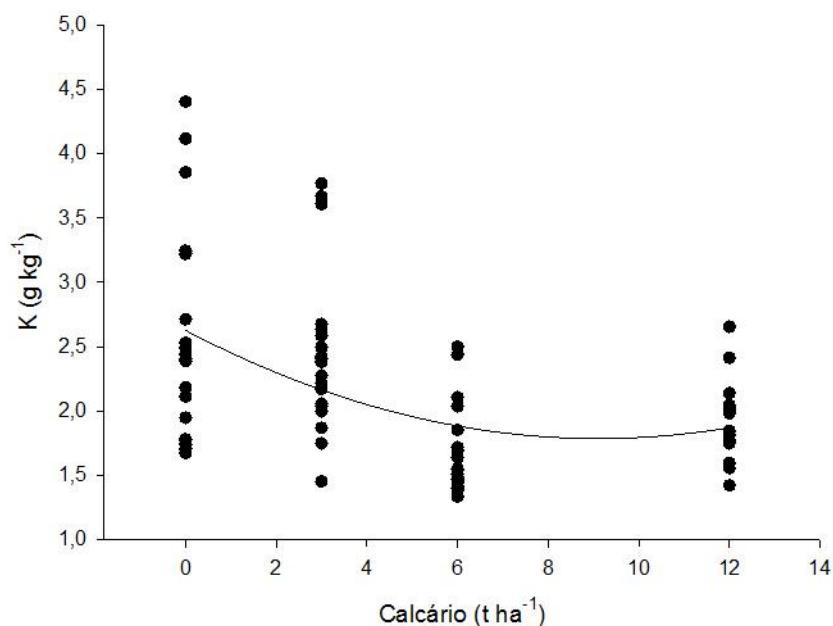
Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Figura 21 - Teores de K no caule em função de doses crescentes de calcário e P_2O_5 aplicadas ao solo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Figura 22 - Teores de K nas raízes em função de doses crescentes de calcário aplicadas ao solo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Nava et al. (2016), avaliando os teores de macronutrientes nas folhas de goiabeira serrana em resposta à aplicação de calcário no solo, durante três anos, observaram que independentemente do ano, o teor de folhas de K nas folhas foi reduzido com aplicação de calcário, corroborando com os resultados apresentados neste trabalho.

Beyhan et al. (2011) avaliaram os teores de nutrientes nas folhas de goiabeira serrana e encontraram variações significativas entre os genótipos estudados. De acordo com os autores, os teores de N, P, K, Ca e Mg variaram de 14,2 a 22,2 para N, de 0,86 a 1,34 para P, de 3,6 a 6,6 para K, de 1,7 a 3,4 para Ca e de 0,19 a 3,20 g kg⁻¹ para Mg, dependendo do genótipo. Estes resultados são inferiores aos obtidos no presente estudo. Estes conteúdos discrepantes podem ser atribuídos aos diferentes tipos de solo, clima e genótipos analisados em cada experimento.

Nava et al. (2016), avaliando os teores de macronutrientes nas folhas de goiabeira serrana observaram que independentemente da cultura, nenhum dos teores de nutrientes foliares, nem mesmo o de P, mudou em resposta à adubação fosfatada. Estes resultados mostram que, em solos semelhantes com alto teor de matéria orgânica, o P não é um nutriente limitante para o crescimento da planta. No entanto, no presente estudo os teores de nutrientes foliares mudaram em resposta à adubação fosfatada.

De modo geral, com exceção do cálcio, ocorreu uma translocação de nutrientes para regiões de crescimento das plantas de goiabeira serrana; N, P, K e Mg geralmente apresentam maior mobilidade dentro dos tecidos vegetais.

Nava et al., (2016) sugerem que estudos adicionais podem indicar a necessidade ou não de usar fertilizantes fosfatados durante todo o ciclo de produção da goiabeira.

O efeito da aplicação de calcário e adubação fosfatada no substrato foi significativo para o acúmulo de matéria seca na parte aérea, raízes e acúmulo de matéria seca total (Tabela 14).

O tratamento com 100% da dose de calcário e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (T16) apresentou o maior acúmulo de matéria seca total, com média de 135 g planta⁻¹, seguido pelo tratamento com 50% da dose de calcário e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (T12) com média de 134 g planta⁻¹. O tratamento testemunha, sem aplicação de calcário e P, apresentou o menor valor de matéria seca total, com média de 35 g planta⁻¹ (Tabela 10).

Tabela 4 - Equação de regressão em função de doses de calcário (x) e P (y) para acúmulo de matéria seca nas folhas, caule, raízes e total de matéria seca de mudas de goiabeira serrana, após o período de um ano (outubro/2013 a outubro/2014) em casa de vegetação.

	Equação de Regressão	R^2
Matéria seca folha	$z=97976159+0,5588102x-0,0033967x^2+0,0486675y$	0,82
Matéria seca caule	$z=7,4500818+0,5372474x-0,0034857x^2-0,0514183y$	0,75
Matéria seca raiz	$z=20,2280545+0,8288769x-0,0058112x^2+0,19228y-0,0006406y^2$	0,78
Matéria seca total	$z=39,781752+1,924934x-0,012694x^2+0,1277066y$	0,83

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

As raízes apresentaram maior acúmulo de matéria seca, representando na maioria dos tratamentos, metade do total de massa seca acumulada pela planta (Tabela 5).

A aplicação de calcário e adubação fosfatada aumentaram a matéria seca radicular da goiabeira serrana. Isto pode ser explicado pelo aumento do teor de Ca no solo, o que causou maior absorção desse nutriente pelas raízes, refletindo no acúmulo de matéria seca radicular. Pode-se dizer que as raízes dessa fruteira são responsivas ao Ca. O efeito benéfico da calagem sobre o sistema radicular pode ser explicado pela relação positiva entre o Ca do solo e a massa radicular da goiabeira serrana, que resultou em maior absorção de Ca pelas raízes (PRADO; NATALE, 2004).

Prado e Natale (2004) observaram $7,47 \text{ g kg}^{-1}$ de Ca nas raízes e $11,93 \text{ g kg}^{-1}$ de Ca na folhas de goiabeira comum no terceiro ano de cultivo com aplicação de calcário. A importância do Ca para as plantas deve-se ao fato de que cerca de 60% do Ca celular está presente na parede celular (TOBIAS et al., 1993). Assim, a principal função desse nutriente é estrutural, como integrante da parede célula.

Tabela 5 - Acúmulo de matéria seca nas folhas, caule, raízes e total de matéria seca de mudas de goiabeira serrana, após o período de um ano (outubro/2013 a outubro/2014) em casa de vegetação.

	Folhas g planta ⁻¹	Caule g planta ⁻¹	Raízes g planta ⁻¹	Matéria seca total g planta ⁻¹
T1	8,18d	7,4d	19,72d	35,3d
T2	13,22d	10,8d	25,94d	49,96d
T3	16,73c	14,74c	35,41c	66,88c
T4	17,21c	15,05c	33,9c	66,16c
T5	19,45c	16,67c	35,09c	54,58c
T6	29,37b	24,97b	54,66b	109b
T7	27,22b	24,69b	51,7b	103,61b
T8	31,68b	27,87b	52,44b	111,99b
T9	28,89b	24,93b	44,79b	98,61b
T10	30,61b	27,66b	54,31b	112,57b
T11	34,47 ^a	30,49b	61,19a	126,15a
T12	37,81 ^a	37,18a	59,46a	134,46a
T13	32,12b	27,86b	49,61b	109,59b
T14	37,21 ^a	30,5b	53,16b	120,87a
T15	35,95 ^a	29,45b	55,33b	120,73a
T16	39,55 ^a	36,08a	59,8a	135,43a

Médias seguidas da mesma letra em cada coluna não diferem pelo teste Scott-Knott a 5 % de significância. T1: testemunha; T2: sem calcário e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T3: sem calcário e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T4: sem calcário e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T5: 25% da dose de calcário sem P₂O₅; T6: 25% da dose de calcário e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T7: 25% da dose de calcário e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T8: 25% da dose de calcário e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T9: 50% da dose de calcário e sem P₂O₅; T10: 50% da dose de calcário e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T11: 50% da dose de calcário e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T12: 50% da dose de calcário e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T13: 100% da dose de calcário e sem P₂O₅; T14: 100% da dose de calcário e 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T15: 100% da dose de calcário e 120 kg ha⁻¹ de P₂O₅; T16: 100% da dose de calcário e 180 kg ha⁻¹ de P₂O₅.

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Corrêa et al., (2003), em experimento em casa de vegetação, para mudas de goiabeira (*Psidium guajava* L.), também pertencente à família Myrtaceae, o incremento nas doses de fósforo promoveu aumento da produção de matéria seca pelas raízes e parte aérea, além de maior comprimento total de ramos, maior número de folhas e maior área foliar total por planta. O conhecimento do acúmulo de matéria seca por uma cultura possibilita melhor entendimento dos fatores relacionados à nutrição e, consequentemente, da adubação.

Mendonça et al. (2009) avaliaram a resposta de mudas de cerejeira-do-mato (*Eugenia involucrata* DC.) submetidas a doses crescentes de superfostato simples em vasos de 0,5 L e constataram efeito significativo dos tratamentos para todas as características, exceto comprimento e matéria seca de raiz. Semelhantemente, Souza et al. (2009a), ao analisarem o efeito da adubação nitrogenada e fosfatada na

cultura da uvaia (*Eugenia uvalha* Camb.), observaram resultados significativos para a variável altura de mudas em relação às doses de fósforo que, no entanto, não foi significativo para matéria seca da parte aérea e das raízes.

Uma vez que o calcário tem baixa mobilidade no solo quando aplicado na superfície do solo (Ernani, 2008), em culturas comerciais, deve ser aplicado e incorporado ao solo, antes da plantação de mudas. Isso permitiria maior crescimento inicial das plantas, com efeitos positivos sobre a capacidade produtiva nos anos subsequentes (NAVA et al., 2016).

2.5 CONCLUSÕES

A adubação fosfatada não afeta as variáveis químicas do solo, exceto para os teores de P.

A calagem do solo e adubação fosfatada melhoram o estado nutricional, crescimento e acúmulo de matéria seca da goiabeira serrana.

O acúmulo de nutrientes em mudas de goiabeira serrana em resposta à adubação fosfatada e à calagem sugere que é uma espécie relativamente exigente na fase de mudas.

3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DO SOLO, COMPOSIÇÃO MINERAL DE FOLHAS E FRUTOS E PRODUTIVIDADE EM POMARES DE GOIABEIRA SERRANA [*Acca sellowiana* (Berg.) Burret] NO PLANALTO CATARINENSE

3.1 RESUMO

A determinação dos requerimentos nutricionais e a diagnose nutricional das plantas podem indicar relação entre a disponibilidade do nutriente no solo, no tecido vegetal e seu efeito sobre a produção. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físicas e químicas do solo; estimar a concentração de nutrientes dos frutos e folhas; e determinar a produtividade de frutos em pomares de goiabeira serrana no Planalto Catarinense. Para a caracterização física do solo foram determinadas densidade do solo, granulometria, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e bioporos. Os atributos químicos analisados foram pH_{água}, pH_{SMP}, carbono orgânico total, Al, Ca, Mg, N, P, K, Cu, Zn, Mn e Fe, nas camadas de 0,0-0,1 m e 0,1-0,2 m. Para amostragem do tecido vegetal foram coletadas amostras nas safras 2014, 2015 e 2016. Em cada amostragem coletou-se 30 folhas e 20 frutos por planta, para determinação dos teores de macronutrientes Ca, Mg, N, P e K e micronutrientes Cu, Zn, Mn e Fe. Foram avaliados também os atributos de acidez titulável (AT) e teores de sólidos solúveis totais (SST) na polpa dos frutos de goiabeira serrana. Os solos apresentam textura argilosa. A densidade do solo, macro e microporosidade não apresentaram indícios de compactação do solo. No solo, dentre os macronutrientes, o N apresentou a maior concentração no solo, seguido por Ca, Mg, K e P. O Fe foi o micronutriente que apresentou maior concentração no solo, seguido por Mn, Cu e Zn. Os valores de pH variaram entre 5,2 e 6,1 nas duas camadas analisadas. O teor de carbono orgânico total no solo variou entre 27 e 41 g kg⁻¹ nas duas camadas. O N foi o macronutriente em maior concentração nas folhas, casca e polpa. O Fe foi o micronutriente em maior concentração em todos os tecidos avaliados. Os teores médios de SST na polpa variaram entre 7,4 e 10,7 °Brix e os teores médios de AT variaram entre 1,7 e 3,7% na polpa dos frutos de goiabeira serrana. A produtividade de frutos variou entre 7,4 a 15 t ha⁻¹ nas safras avaliadas. Os atributos físicos avaliados não apresentaram indícios de compactação do solo. A colheita dos frutos extrai em média 0,65 kg de Ca; 0,16 kg de Mg; 4,8 kg de N; 0,27 kg de P; 1,55 kg de

K; 1,05 g de Mn; 11,44 g de Fe; 3,16 g de Cu e 3,12 g de Zn, a cada 1000 kg de frutos, o que deve ser adequadamente reposto pela adubação.

Palavras chave: Propriedades físicas; propriedades químicas; nutrição; acúmulo de macro e micronutrientes; *Acca sellowiana*; composição mineral do solo.

3.2 INTRODUÇÃO

A goiabeira serrana (*Acca sellowiana*), também conhecida como goiabeira-domato ou feijoa, é uma planta frutífera de porte arbustivo, pertencente à família Myrtaceae. É encontrada em estado nativo em regiões serranas do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, e também em regiões do norte do Uruguai e Argentina. A partir de material proveniente destes centros de origem, foram obtidas seleções, que originaram cultivares de expressão comercial em diversos países (MATTOS, 1986), como Nova Zelândia, Colômbia e Estados Unidos.

Nova Zelândia e Colômbia são os principais produtores e exportadores de goiabeira serrana. Embora a maior concentração natural desta espécie ocorra no Brasil, o país importa a maioria dessa fruta da Colômbia (NAVA et al., 2016).

A carência de práticas culturais apropriadas para o manejo da goiabeira serrana limita a produtividade e expansão da cultura no país (NAVA et al., 2016).

Para a melhor produção do fruto de goiabeira serrana recomendam-se solos bem drenados, com pH entre 6,0-6,5 e alto teor de matéria orgânica (THORP; BIELESKI, 2002).

O pH do solo é de fundamental importância, pois determina a disponibilidade dos nutrientes contidos no solo ou a ele adicionados e também absorção dos nutrientes pelas plantas (SPERA et al., 2004). As condições resultantes de pH mais baixo podem ser limitantes ao desenvolvimento das plantas, tanto pelo efeito sobre a disponibilidade de nutrientes, como pela concentração de Al em níveis tóxicos para as plantas (TEBALDI et al., 2000).

Além dos atributos químicos como pH e disponibilidade de nutrientes no solo, os atributos físicos como, densidade, porosidade total, macroporosidade e microporosidade têm sido usados para indicar restrições ao desenvolvimento de plantas (SPERA et al., 2004).

A ocorrência desses atributos em valores adequados propicia condições favoráveis para o crescimento e o desenvolvimento das plantas e para a manutenção da diversidade de organismos que habitam o solo (DORAN; PARKIN, 1994).

O ideal seria se o uso e o manejo do solo estabelecessem uma associação adequada dessas propriedades, de modo que possibilitasse condições cada vez melhores para o crescimento e desenvolvimento vegetal, promovendo menores perdas de solo e de água, e maior produtividade associada à qualidade ambiental (SOUZA; ALVES, 2003).

A goiabeira serrana, por ser espécie nativa, apresenta-se bem adaptada às condições edafoclimáticas do Planalto Catarinense. Assim, faz-se necessário o conhecimento detalhado sobre o solo, possibilitando o desenvolvimento de técnicas de manejo condizentes com as limitações ambientais existentes (RESENDE et al., 2002). Diante disso, a variação dos atributos do solo, determinada pelo manejo e uso do solo, e sua avaliação são importantes visando à sustentabilidade da produção (CARNEIRO et al., 2009).

Esta espécie apresenta grande potencial de cultivo comercial, devido, principalmente, às características de seus frutos, os quais apresentam sabor único e diferenciado, classificado como doce-acidulado e aromático (DUCROQUET; HICKEL, 1991). Assume grande importância pelo seu potencial nutricional e rusticidade, sendo uma opção de cultivo para agricultores familiares (SANTOS et al., 2013).

Determinar as necessidades em nutrientes de uma cultura é um desafio constante. Apesar de os elementos minerais exigidos para a adequada nutrição serem os mesmos para todos os vegetais, as quantidades necessárias podem variar de uma cultura para outra, sendo função de características da espécie, das condições edafoclimáticas, da capacidade produtiva e do ciclo da frutífera (AULAR; NATALE, 2013).

A goiabeira-serrana é uma frutífera que apresenta grandes possibilidades de inclusão nos mercados *in natura*, assim como na forma de polpas, sorvetes, doces e chás. O consumo da casca dos frutos e das folhas, partes tradicionalmente não comestíveis da goiabeira-serrana, pode ser fonte importante de nutrientes, principalmente quando da sua inclusão em receitas diferenciadas, tornando-se importante também a sua caracterização (SOUZA, 2015).

O crescente consumo da goiaba serrana amplia o mercado de fruta, possibilitando o aumento da produção. Porém, existe falta informações concretas acerca da exigência dessa planta e da resposta da espécie aos atributos químicos e físicos do solo. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar as propriedades químicas e físicas do solo, determinar a composição mineral de folhas e frutos e determinar a produtividade de frutos em pomares de goiabeira serrana nas condições do Planalto Catarinense.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

As áreas em estudo estão localizadas no município de São Joaquim/SC. Em avaliações a campo, em delineamento experimental inteiramente casualizado, foram selecionadas quatro áreas, sendo dois plantios comerciais e dois plantios experimentais de goiabeira serrana, denominados Postinho, Gabriel, Epagri 1 e Epagri 2. Os pomares comerciais e experimentais são definidos geograficamente pelas coordenadas: 28° 18' 00" de latitude sul, de 49° 53' 44" longitude oeste e altitude de 1.302 metros; 28° 16' 07" de latitude sul, de 49° 55' 13" longitude oeste e altitude de 1.430 metros; e 28° 16' 29" de latitude sul, de 49° 55' 50" longitude oeste e altitude de 1.415 metros, respectivamente. O clima é do tipo mesotérmico úmido, sem estação seca, com verão fresco (< 22°C), Cfb na classificação de Köppen. A média da temperatura máxima varia de 19,4 a 22,3°C, e a da temperatura mínima de 9,2 a 10,8°C. A precipitação pluvial anual varia de 1.360 a 1.600 mm, o total anual de dias de chuva é de 135, e a umidade relativa do ar varia de 80 a 83% (BENEZ et al., 2002).

As áreas da região em estudos possuem associação de solos Neossolo Litólico e Cambissolo Húmico, com profundidade do horizonte superficial entre 25-30 cm.

Os plantios comerciais e experimentais, Postinho, Gabriel, Epagri 1 e 2 foram instalados nos anos de 2002, 2005 e 2007, respectivamente. Para o preparo do solo, em todas as áreas, foram realizadas lavração e gradagem. Fez-se a correção do solo com 22,5 t ha⁻¹ de calcário, 550 kg ha⁻¹ de adubação fosfatada, na forma de superfosfato triplo, 275 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio (KCl), e 25 g planta⁻¹ de adubação nitrogenada, de modo fracionado aos 30, 60 e 90 dias. No segundo ano, utilizou-se 35 g de N planta⁻¹ aos 30, 60 e 90 dias; e no terceiro ano, 50 g de N

planta⁻¹ aos 30, 60 e 90 dias. A partir do quarto ano foi realizada adubação de manutenção, aplicando-se 300 g planta⁻¹ de mistura com ureia, superfosfato triplo e KCl.

O plantio de mudas foi realizado em covas com espaçamento de 5x3 m.

Em cada área, numa amostragem aleatória, foram selecionadas 10 plantas com a variedade Alcântara.

Para as análises físicas do solo, coletou-se amostras com estruturas preservadas em cilindros de aço, com 5 cm de diâmetro e 5 cm de altura, para avaliação da densidade do solo (Ds), porosidade total (PT), macroporosidade (MACRO), microporosidade (MICRO) e bioporos (BIO). No entorno, coletou-se com pá de corte amostras de solo com torrões, que foram acondicionados em sacos plásticos para avaliação da granulometria (areia, argila e silte) e densidade de partículas do solo (Dp).

A densidade do solo (Ds) foi determinada pelo método do anel volumétrico, em amostras com estrutura preservada. O volume de bioporos foi determinado na mesa de tensão de areia à sucção de 1 kPa. O volume de microporos foi determinado por meio de retenção de água após saturação das amostras do solo e submetidas às tensões de 6 kPa em mesa de tensão de areia. O volume de macroporos foi obtido pela diferença entre o volume total de poros e o de microporos. A porosidade total (PT) foi calculada pela razão entre a densidade do solo e a densidade de partículas (Ds/Dp) (EMBRAPA, 1997).

A densidade de partículas (Dp) foi determinada pelo método do balão volumétrico, baseada no volume de álcool necessário para completar a capacidade do balão contendo solo previamente seco em estufa (EMBRAPA, 1997).

A granulometria do solo foi determinada pelo método da pipeta (GEE; BAUDER 1986), utilizando-se solução de hidróxido de sódio como dispersante químico. A fração areia foi removida por tamisação em peneira de 0,053 mm. As frações silte e argila foram separadas por sedimentação e posterior pipetagem da argila em suspensão. As frações argila e areia foram calculadas após pesagem em estufa a 105 °C, sendo o silte calculado por diferença.

A amostragem química do solo foi realizada em março de 2015, sendo coletadas 5 subamostras, com trado do tipo holandês, na linha de plantio, em volta de cada planta, na projeção de copa, na profundidade de 0,0 a 0,1 m e 0,1 a 0,2 m. As subamostras foram misturadas para compor uma amostra por ponto de

amostragem. No laboratório, as amostras foram secas a 60°C, moídas e peneiradas em malha 2 mm, para posterior realização das análises químicas.

As determinações químicas realizadas no solo foram pH_{água} e pH_{SMP}, teores de Ca e Mg trocáveis, N total, P e K extraíveis, Al trocável, carbono orgânico total, Mn, Fe, Cu e Zn. O pH em água e pH SMP foram determinados em eletrodo acoplado a medidor de pH em extrato na relação solo:líquido de 1:1; Ca, Mg, Mn e Al foram extraídos com sal neutro (KCl 1,0 molc L⁻¹), sendo os três primeiros determinados por espectrofotometria de absorção atômica e o Al quantificado por titulação ácido-base; K foi extraído por solução de ácidos diluídos (Mehlich-1) e determinado por fotometria de chama, o P de acordo com a metodologia proposta por Murphy e Riley (1962); O N total foi determinado após digestão ácida, pelo método Kjeldahl, com determinação de N por destilação de amônia em vapor, recolhendo-se em solução indicadora de ácido bórico posteriormente titulada com H₂SO₄ diluído; o teor de carbono orgânico total foi determinado por combustão no aparelho TOC analytik jena e o teor de matéria orgânica foi determinado pela multiplicação do teor de carbono orgânico por 1,72. Detalhes sobre as metodologias utilizadas foram descritos por TEDESCO et al. (1995). Para os teores Zn e Cu foram utilizadas 10 g de solo de cada amostra em snap-cap de 100 mL e adicionou-se 40 mL da solução extratora de HCl 0,1 mol L⁻¹. Foi utilizado papel filme na boca do snap-cap para que não ocorresse perda das amostras. Logo após, as amostras foram levadas para agitar em um agitador horizontal, usando a velocidade de 120 rpm por 30 minutos. Após a agitação, as amostras permaneceram em repouso por 24 horas e após este período as suspensões foram coletadas e quantificadas no espectrofotômetro de absorção atômica com atomização por chama. O Fe foi determinado por solução extratora de oxalato de amônio 0,2 M e quantificado no espectrofotômetro de absorção atômica com atomização por chama (TEDESCO et al., 1995).

O tecido vegetal foi amostrado nas safras 2014, 2015 e 2016, com coleta de 30 folhas por planta no terço superior da copa e 20 frutos por planta após queda no chão, quando se considera o ponto de maturação e colheita nas áreas comerciais, para determinação dos teores de macronutrientes Ca, Mg, N, P e K e micronutrientes Cu, Zn, Mn e Fe. As folhas foram secas a 65°C em estufa com circulação de ar forçada, até atingir massa constante. Posteriormente as amostras foram pesadas e moídas. Os frutos foram separados em polpa e casca, processados

em multiprocessador, congelados e armazenadas até o momento das análises. Para determinação dos teores de macronutrientes as amostras foram submetidas à digestão com ácido sulfúrico e água oxigenada (TEDESCO et al., 1995). O Ca e Mg foram determinados por espectrofotômetro de absorção atômica. O N foi separado por arraste de vapor em aparelho semi-micro Kjeldahl e determinado por titulometria com H_2SO_4 , o K por fotometria de chama e o P de acordo com a metodologia proposta por Murphy e Riley (1962), por espectrofotometria UV-visível (TEDESCO et al., 1995). Para determinação dos teores de micronutrientes as amostras foram submetidas à digestão perclórica, com HNO_3 e $HClO_4$ (TEDESCO et al., 1995) e determinados por espectrofotômetro de absorção atômica.

A estimativa de produtividade foi obtida multiplicando a produção média por planta pelo número de plantas (667 ha^{-1}). O número de frutos por planta foi determinado pela contagem de todos os frutos passíveis de comercialização. A massa média do fruto foi definida pela divisão da massa total pelo número de frutos por planta. Após a pesagem dos frutos, foi determinada a qualidade dos frutos pela acidez titulável (AT) e teor de sólidos solúveis totais (SST). Na polpa, os valores de AT (% de ácido cítrico) foram obtidos por titulometria de 10 mL do suco do fruto, diluído em 90 mL de água destilada, com hidróxido de sódio 0,1 N. Os teores de SST °Brix foram determinados em refratômetro digital, com compensação automática de temperatura (Atago®, Japão), em suco extraído conforme descrito para AT.

Os resultados foram submetidos à análise de estatística descritiva.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.4.1 Propriedades físicas do solo

Os solos classificaram-se em argilosos, com teores médios entre 488 a 585 g kg^{-1} de argila, 237 a 394 g kg^{-1} de areia; e 139 a 232 g kg^{-1} de silte na camada de 0-20 cm (Tabela 6).

Tabela 6 - Média da granulometria do solo, na camada de 0-20 cm, em associação de Neossolo Litólico e Cambissolo Húmico, em plantios de goiabeira serrana no município de São Joaquim/SC.

Área	Areia	Argila	Silte
	g kg^{-1}		
Postinho	356	505	139
Gabriel	285	483	232
Epagri 1	237	585	178
Epagri 2	394	448	157

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Os teores de argila encontrados são relacionados ao material de origem do solo, constituído por rochas efusivas da Formação Serra Geral. Os solos argilosos caracterizam, geralmente, pela maior resistência às alterações físicas resultantes do manejo, em relação, principalmente, a solos arenosos (COSTA et al., 2003).

Dias Junior e Miranda (2000), observaram que o acréscimo no teor de argila reduz a densidade do solo e eleva a umidade ótima de compactação, pelo fato da argila reter mais água do que as frações silte e areia.

A densidade do solo (Ds) nas áreas amostradas apresentou média entre 0,80 a 1,06 g cm^{-3} na camada de 0-10 cm e 0,99 a 1,11 g cm^{-3} na camada de 10-20 cm (Tabela 7). Esses valores estão abaixo da densidade crítica de 1,30 a 1,40 g cm^{-3} para solos argilosos proposta por Reichert et al. (2003).

Tabela 7 - Média das características físicas do solo, nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm em plantios de goiabeira serrana no município de São Joaquim/SC.

	Ds g cm^{-3}	PT	Micro	Macro	Bio
				$\text{m}^3 \text{m}^{-3}$	
0-10 cm					
Postinho	0,80	0,69	0,49	0,20	0,11
Gabriel	1,00	0,60	0,42	0,18	0,07
Epagri 1	1,06	0,57	0,43	0,14	0,06
Epagri 2	0,92	0,65	0,53	0,12	0,05
10-20 cm					
Postinho	0,99	0,62	0,48	0,14	0,08
Gabriel	1,00	0,60	0,45	0,15	0,07
Epagri 1	1,11	0,56	0,43	0,13	0,06
Epagri 2	1,03	0,64	0,52	0,12	0,04

Ds: densidade do solo; PT: porosidade total; Micro: microporosidade; Macro: macroporosidade; Bio: bioporos.

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

A baixa densidade do solo nas quatro áreas amostradas pode ser explicada pelo revolvimento do solo antes do plantio das mudas e ausência de tráfego de máquinas após o preparo do solo, além dos teores de matéria orgânica nos solos destas áreas. A menor Ds na área Postinho (Tabela 7) pode ser resultado dos maiores teores de matéria orgânica nesta área (Tabela 8). A matéria orgânica influencia diretamente o valor de Ds, como se tem relatado em vários estudos sobre manejo de solo, em que se têm demonstrado a importância do fornecimento de matéria orgânica visando à manutenção e melhoria das propriedades físicas do solo, como a Ds.

Segundo Lanzanova et al. (2007), as alterações físicas ocorrem com maior amplitude na camada de 0-10 cm de profundidade.

A porosidade total do solo (PT) apresentou média entre 0,57 e 0,69 m³ m⁻³ na camada de 0-10 cm e entre 0,56 e 0,64 m³ m⁻³ na segunda camada de 10-20 cm (Tabela 7), estando acima da faixa ideal proposta por Prevedello (1996), entre 0,35 e 0,50 m³ m⁻³.

De acordo com Reynolds et al. (2002), o valor médio de 0,66 m³ m⁻³ para a PT corresponde ao valor médio ideal de qualidade física. Valores muito abaixo desse limite são indicativos de limitação ao crescimento das raízes.

A microporosidade responsável pela retenção e disponibilidade de água às plantas, apresentou média entre 0,42 e 0,53 m³ m⁻³ na primeira camada do solo e entre 0,43 e 0,52 m³ m⁻³ na camada de 10-20 cm (Tabela 7).

A macroporosidade do solo apresentou média variando entre 0,12-0,20 m³ m⁻³ na camada de 0-10 cm e 0,12-0,15 m³ m⁻³ na camada de 10-20 cm (Tabela 7), estando acima do valor crítico de 0,10 m³ m⁻³ (VOMOCIL; FLOCKER, 1966). Todas as áreas apresentaram valores de macroporosidade abaixo daquela considerada ideal, cerca de 1/3 do volume total de poros (TAYLOR; ASCHCROFT, 1972). Segundo Reynolds et al. (2002), o valor de 0,10 m³ m⁻³ é considerado como volume mínimo de porosidade de aeração para garantia de adequada oxigenação do sistema radicular das plantas. A macroporosidade é um dos melhores indicadores de qualidade quando se avalia o manejo do solo, pois é muito sensível às mudanças promovidas por práticas de manejo (PALMEIRA et al., 1999).

Um baixo valor de macroporos seria limitante ao desenvolvimento radicular, pela reduzida taxa de difusão de gases no solo e pela dificuldade de drenagem do excesso de água das chuvas. Volume de macroporosidade menor que 0,10 m³ m⁻³,

podem indicar possíveis problemas de infiltração de água, circulação de oxigênio e desenvolvimento das raízes das culturas (BERTOL et al., 2004).

A macroporosidade pode ser aumentada pelo incremento dos teores de matéria orgânica, através do cultivo de espécies de cobertura vegetal adaptadas à região. Esta prática incrementa também a agregação das partículas de solo pela ação do sistema radicular, formando um conjunto estrutural adequado ao crescimento radicular (HILLEL, 1998).

Os bioporos apresentaram médias entre 0,05 e 0,11 $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ na camada de 0-10 cm e de 0,04 e 0,08 $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ na camada de 10-20 cm (Tabela 7). Os bioporos possibilitam que as plantas consigam se desenvolver em solos com algum impedimento ao desenvolvimento radicular, sendo utilizados como espaços preferenciais para o crescimento de raízes. Esses poros, normalmente, representam menos de 3 % do volume do solo, mas com efeito importante nos fluxos de ar e água no perfil do solo (REINERT et al., 2008).

3.4.2 Propriedades químicas do solo

Os solos das áreas amostradas apresentaram variação de pH em água entre 5,2 e 6,1 na camada de 0-10 cm e de 5,3 e 5,8 na camada de 10-20 cm (Tabela 8). O pH SMP variou entre 5,0 e 5,8 na primeira camada de solo e entre 5,2 e 5,6 na segunda camada (Tabela 13). A faixa de pH ideal dos solos para a agricultura está entre 5,5 e 6,5 (SOARES et al., 2011). Isto porque é nesta faixa que os nutrientes ficam mais disponíveis às plantas. Luciano et al. (2013) encontraram valores de pH igual a 6,3 e 6,9 em Cambissolo Húmico e Cambissolo Háplico respectivamente, sendo superiores aos valores de pH apresentados neste trabalho. Isso se deve provavelmente à correção do solo realizada nesse experimento, com aplicação de calcário dolomítico, aumentando o pH desses solos.

O teor de Al no solo apresentou média entre 0,1 e 0,6 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ na camada de 0-10 cm e 0,3 a 0,5 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$ na camada de 10-20 cm (Tabela 8). Observa-se que nas áreas onde o pH do solo é mais elevado, os teores de Al são menores. Isso ocorre porque em solos com valores de pH em água próximos ou maiores que 5,5, ocorre a precipitação do Al na forma de Al(OH)_3 e, em valores de pH ainda mais altos, o Al passa a existir na forma de Al(OH)_4 , formas estas não tóxicas às plantas

(ERNANI, 2008). Deve ser levado em consideração que esses valores de Al no solo são relativamente baixos.

A toxidez vegetal causada pelo Al é grave a valores de pH abaixo de 5, em que a solubilidade de Al aumenta bruscamente (ALMEIDA et al., 1999) Porém, nenhuma das áreas amostradas apresentou pH abaixo de 5. Observa-se ainda que o teor Al na solução do solo diminuiu com o acréscimo do conteúdo de matéria orgânica (Tabela 8). Em estudo realizado em vinhedo com dois tipos de solos, um Cambissolo Húmico e outro Cambissolo Háplico, na camada de 0 a 30 cm, no município de São Joaquim/SC, Luciano et al. (2013) encontraram teores de alumínio entre 0,5 e 0,4 cmol_c kg⁻¹, corroborando com os resultados apresentados neste estudo. Os teores de Al observados (Tabela 8) indicam níveis não tóxicos às plantas, sendo adequados ao desenvolvimento normal da goiabeira serrana em todos os pomares.

Os teores de Ca no solo variaram entre 8,4 e 12 cmol_c kg⁻¹ na camada de 0-10 cm e de 9,3 e 13,5 cmol_c kg⁻¹ na camada de 10-20 cm, e os teores de Mg variaram entre 4,5 e 7,1 cmol_c kg⁻¹ na primeira camada do solo e de 2,7 a 5,3 cmol_c kg⁻¹ na segunda camada (Tabela 8). De acordo com Bayer e Bertol (1999), o acúmulo de Ca e Mg nas camadas mais superficiais do solo se deve à maior capacidade de troca de cátions do solo (CTC), à aplicação superficial dos fertilizantes e corretivos e à maior mineralização dos resíduos orgânicos. Observa-se que não houve diferença nos teores de Ca, Mg, pH e Al nas camadas avaliadas. Isso pode ser reflexo da uniformidade da aplicação do calcário, por ocasião da instalação dos pomares.

Em estudo realizado em pomares de macieira no município de São Joaquim (SC), em um Neossolo Litólico, Espanhol et al. (2007) encontraram valores de 9,9 cmol_c kg⁻¹ e 6,64 cmol_c kg⁻¹ na camada de 0,0 a 0,2 m para Ca e Mg respectivamente, corroborando com os resultados apresentados nesta pesquisa.

Luciano et al. (2013), em estudo realizado em vinhedo com dois tipos de solos, um Cambissolo Húmico e outro Cambissolo Háplico, na camada de 0 a 30 cm, no município de São Joaquim (SC), encontraram teores inferiores de Ca e Mg, sendo: 7,7 cmol_c kg⁻¹ e 5,9 cmol_c kg⁻¹ de Ca, e Mg iguais a 2,1 cmol_c kg⁻¹ e 1,5 cmol_c kg⁻¹ respectivamente.

A média dos teores de nitrogênio total no solo variou entre 4 e 5 g kg⁻¹ na camada de 0-10 cm e 5 g kg⁻¹ na camada de 10-20 cm (Tabela 8). Geralmente a

baixa disponibilidade de N, somada à grande necessidade por parte dos vegetais, faz com que ele seja um dos nutrientes mais limitantes da produtividade da maioria das culturas. Essa baixa disponibilidade é decorrente do fato de que 95 % ou mais do N do solo encontra-se na forma orgânica, sendo somente uma pequena parte mineralizada durante o ano (SIQUEIRA, 1993).

O teor de carbono orgânico total no solo variou entre 28 e 41 g kg⁻¹ na camada de 0-10 cm e entre 27 e 33 g kg⁻¹ na camada de 10-20 cm; e os teores de matéria orgânica variaram entre 48 e 70 g kg⁻¹ na camada de 0-10 cm e entre 46 e 57 g kg⁻¹ na camada de 10-20 cm (Tabela 8). A região abrangida por este estudo se caracteriza por baixas temperaturas e alta umidade, o que favorece a manutenção dos estoques de matéria orgânica e C orgânico total nos solos. Luciano et al. (2013), em estudo realizado em vinhedo com dois tipos de solos, um Cambissolo Húmico e outro Cambissolo Háplico, na camada de 0 a 30 cm, no município de São Joaquim (SC), encontraram teores de matéria orgânica semelhantes aos apresentados neste trabalho (90 e 33 g kg⁻¹ respectivamente). O aumento da matéria orgânica do solo pode aumentar o estoque de N, beneficiando a estrutura física do solo em termos de densidade, uma vez que um solo com adequada estruturação física, evita o aparecimento de fatores físicos que prejudiquem o desenvolvimento das plantas. Além disso, a manutenção do teor de matéria orgânica em valores mais elevados na camada superficial do solo, decorre do acúmulo de resíduos vegetais sobre a superfície do solo e pela ausência de incorporação física, pelo revolvimento do solo nos pomares de goiabeira serrana.

Segundo Ernani (2008), sistemas de preparo com pouca mobilização do solo, associado a um sistema que produza massa significativa de resíduo vegetal, minimizam o decréscimo dos teores de MO do solo, e são, por isso, mais sustentáveis.

O teor de fósforo variou entre 12,7 e 38,4 mg kg⁻¹, na camada de 0-10 cm e de 6,9 a 20,2 mg kg⁻¹ na camada de 10-20 cm (Tabela 8). Em estudo realizado em pomares de macieira no município de São Joaquim (SC), em um Neossolo Litólico, Espanhol et al. (2007) encontraram teores inferiores de fósforo (4,5 mg kg⁻¹). Em estudo realizado em vinhedo com dois tipos de solos, um Cambissolo Húmico e outro Cambissolo Háplico, na camada de 0 a 30 cm, no município de São Joaquim/SC, Luciano et al. (2013), também encontraram teores inferiores de fósforo (9,1 mg kg⁻¹).

Os maiores teores de P apresentados neste estudo podem ser devido às quantidades de fosfatos solúveis incorporados no período pré-plantio, aplicações anuais de fertilizantes fosfatados e aos valores de pH desses solos. O alto teor de matéria orgânica nos solos da região estudada pode provavelmente contribuir para aumento a disponibilidade de fósforo nos pomares de goiabeira serrana. Além disso, após o estabelecimento do pomar, não houve revolvimento do solo, o que pode diminuir a fixação de P, devido ao menor contato desse elemento com os constituintes inorgânicos do solo, salientando que o P é um nutriente de baixa mobilidade no solo.

Tabela 8 - Teores médios das características químicas do solo: cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio total (N), fósforo (P), potássio (K), alumínio (Al), pH em água, pH SMP, carbono orgânico total (C) e matéria orgânica (MO) nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm em plantios de goiabeira serrana no município de São Joaquim/SC.

Área	Ca	Mg	N	P	K	Al	pH _{água}	pH _{SMP}	C	MO
	cmol _c kg ⁻¹	%		mg kg ⁻¹	cmol _c kg ⁻¹				g kg ⁻¹	
0 - 10 cm										
Postinho	12,0	6,2	0,4	14,8	190,7	0,2	6,1	5,8	41	70
Gabriel	9,4	7,1	0,4	38,4	272,4	0,1	6,0	5,8	35	60
Epagri 1	8,4	5,7	0,5	20,7	137,7	0,2	5,5	5,2	28	48
Epagri 2	11,2	4,5	0,5	12,7	157,7	0,5	5,2	5,0	34	58
10 - 20 cm										
Postinho	9,9	5,3	0,5	8,8	161,7	0,5	5,5	5,4	32	55
Gabriel	13,5	4,6	0,5	20,2	162,7	0,3	5,8	5,6	33	57
Epagri 1	11,8	3,6	0,5	12,6	120,4	0,4	5,6	5,4	27	46
Epagri 2	9,3	2,7	0,5	6,9	154,9	0,5	5,3	5,2	32	55

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

A média dos teores de potássio no solo variou entre 137 e 272 mg kg⁻¹ na camada de 0-10 cm, e entre 120 e 163 mg kg⁻¹ na camada de 10-20 cm (Tabela 8). Espanhol et al. (2007) encontraram teores de potássio semelhante ao apresentados neste trabalho (198 mg kg⁻¹). Porém, Luciano et al. (2013), encontraram teores de potássio inferiores, com valores de 56 mg kg⁻¹ e 60 mg kg⁻¹ em solos com cultivo de frutíferas, em São Joaquim, SC. Esses maiores teores de K decorrem das aplicações anuais de fertilizantes à base de K, que são depositados na superfície da linha de plantio nos pomares de goiabeira serrana, e além disso, os resíduos vegetais são deixados na superfície, o que faz com que esse elemento se acumule no solo.

O K é um elemento mineral absorvido e exportado em grande quantidade pela cultura. Assim, faz-se necessária a reposição desse nutriente por meio de adubações visando à manutenção de níveis adequados à cultura, após cada safra.

Geralmente o P é menos suscetível à lixiviação em relação ao K. A baixa disponibilidade de P, fenômeno observado tanto em solos com reação ácida como em solos alcalinos, pode limitar sensivelmente a atividade vegetativa (TAGLIAVINI et al., 2000). Entretanto, o P é exportado anualmente em pequenas quantidades que raramente superam 20 kg ha⁻¹ (ROMBOLÀ et al., 2012).

As médias dos teores de Mn no solo variaram entre 24,5 e 94,5 mg kg⁻¹ na camada de 0-10 cm e entre 19,3 e 133,8 mg kg⁻¹ na segunda camada do solo (Tabela 9). Em pesquisa realizada por Pelozatto (2008) no planalto serrano, com o mesmo método de extração, encontrou teores médios de Mn nos solos da região de São Joaquim entre 22,2 e 166,9 mg kg⁻¹, estando de acordo com os teores apresentados nesta pesquisa.

Tabela 9 - Teores médios das características químicas do solo: manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn), nas camadas de 0-10 cm e 10-20 cm em plantios de goiabeira serrana no município de São Joaquim/SC.

	Mn	Fe	Cu	Zn
	mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹	---mg kg ⁻¹ ---	
Área	0-10 cm			
Postinho	94,47	1,20	2,56	2,67
Gabriel	24,49	0,90	0,94	2,34
Epagri 1	25,96	1,10	0,87	0,48
Epagri 2	66,35	1,20	2,16	0,89
	10-20 cm			
Postinho	133,78	1,30	1,99	1,32
Gabriel	23,48	0,90	0,62	1,30
Epagri 1	19,26	1,10	0,42	0,21
Epagri 2	28,53	1,00	0,49	0,37

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Os teores de Fe no solo apresentaram médias entre 0,9 e 1,2 g kg⁻¹ na camada superficial do solo e entre 0,9 e 1,3 g kg⁻¹ na camada de 10-20 cm (Tabela 9).

O Cu no solo apresentou teores médios entre 0,87 e 2,56 mg kg⁻¹ na camada de 0-10 cm e entre 0,42 e 1,99 mg kg⁻¹ na camada de 10-20 cm (Tabela 9). Em pesquisa realizada por Pelozatto (2008) no Estado de Santa Catarina, sobre teores

de metais pesados, encontrou teores médios de Cu nos solos da região de São Joaquim, de 15 mg kg^{-1} , estando acima dos valores médios apresentados nesta pesquisa.

Segundo Mirlean et al. (2007), os teores de Cu em solos não contaminados variam de 2 a 40 mg kg^{-1} , dependendo do material de origem, teor de matéria orgânica e pH do solo.

Em trabalho realizado por Casali et al. (2008) em um Neossolo Litólico cultivado com videira na Serra Gaúcha, estes autores observaram valores de até 506 mg kg^{-1} de Cu total, na profundidade de 0-5 cm. Segundo Kabata-Pendias e Pendias (2001) o teor de Cu disponível que pode gerar fitotoxicidade é da ordem de 100 mg kg^{-1} .

Os teores médios de Zn no solo variaram entre $0,48$ e $2,67 \text{ mg kg}^{-1}$ na primeira camada de solo e entre $0,21$ e $1,37 \text{ mg kg}^{-1}$ na segunda camada de solo (Tabela 9). Em pesquisa realizada por Pelozatto (2008) no planalto serrano, encontrou teores médios de Zn nos solos da região de São Joaquim superiores aos apresentados neste estudo, entre $3,48$ e $13,49 \text{ mg kg}^{-1}$.

3.4.3 Macro e micronutrientes nas folhas

Os teores médios de Ca nas folhas variaram entre $4,4$ e $11,3 \text{ g kg}^{-1}$ de matéria seca, nos três períodos avaliados (Tabela 10). De acordo com Natale et al. (1996), os teores de Ca nas folhas considerados adequados para a goiabeira (*Psidium guajava*) estão entre 7 e 11 g kg^{-1} , o que é equivalente aos teores encontrados nesta pesquisa. Porém, são inferiores aos valores de referência normais proposto por Thorp e Bieleski (2002), em folhas de goiabeira serrana, que está entre $9,9$ e 17 g kg^{-1} .

Os teores médios de Mg nas folhas variaram entre $2,4$ e $5,9 \text{ g kg}^{-1}$ de matéria seca (Tabela 10). Os teores de Mg nas folhas de goiabeira serrana estão de acordo com os apresentados por Thorp e Bieleski (2002), onde apresentam valores de referências normais de Mg em folhas de goiabeira serrana entre $1,5$ e $9,4 \text{ g kg}^{-1}$.

Os teores médios de N nas folhas variaram entre 11,1 e 31,4 g kg⁻¹ de matéria seca, nas safras de 2014, 2015 e 2016 (Tabela 10). Nas safras de 2015 e 2016 os teores de N são equivalentes ao proposto por Thorp e Bieleski (2002), que sugerem valores de referências normais de N em folhas de goiabeira serrana entre 15,3 e 18,4 g kg⁻¹. Entretanto, na safra de 2014 os teores de N são superiores ao proposto pelos autores.

Tabela 10 - Teores médios de cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio(N), fósforo (P), potássio (K), (g kg⁻¹ massa seca), manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) (mg kg⁻¹ massa seca) nas folhas de goiabeira serrana, coletadas nas safras 2014, 2015 e 2016 no município de São Joaquim/SC.

Área	Ca	Mg	N	P	K	Mn	Fe	Cu	Zn
	g kg ⁻¹				mg kg ⁻¹				
Safra 2014									
Postinho	5,44	3,14	20,48	1,18	4,91	125,57	153,24	6,34	86,28
Gabriel	6,63	2,35	31,36	1,24	5,85	162,15	94,56	33,62	61,68
Epagri 1	7,00	2,85	27,14	1,25	6,02	126,05	71,70	23,88	38,46
Epagri 2	7,48	2,57	24,73	1,15	6,14	203,36	74,10	13,12	44,04
Safra 2015									
Postinho	7,51	5,94	11,13	0,97	5,63	340,63	139,69	15,85	51,42
Gabriel	6,39	5,46	20,00	1,20	4,18	74,06	80,17	58,44	17,34
Epagri 1	5,39	5,92	17,66	1,09	3,18	53,03	77,75	16,17	15,37
Epagri 2	4,42	4,29	18,60	1,02	3,85	138,13	82,44	48,28	18,01
Safra 2016									
Postinho	5,79	2,83	16,05	0,97	9,90	143,47	333,37	5,71	98,84
Gabriel	11,32	3,24	20,58	0,84	4,97	172,28	280,54	13,61	46,17
Epagri 1	8,04	2,92	21,09	0,97	5,75	144,36	188,45	25,62	39,80
Epagri 2	9,95	2,72	18,92	0,83	5,93	201,74	159,66	47,28	61,79

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

O N tem papel importante no crescimento vegetativo e exerce influência na formação inicial da planta, assim como, na renovação de brotações que darão suporte à produção futura, tendo efeito direto na qualidade das frutas e no balanço nutricional da planta.

Os teores de P nas folhas de goiabeira serrana apresentaram média entre 0,83 e 1,25 g kg⁻¹ de matéria seca (Tabela 10). Segundo Thorp e Bieleski (2002), valores de referências normais de P em folhas de goiabeira serrana estão entre 1,2 e 1,3 g kg⁻¹. Nas safras de 2014 e 2015 os teores de P são semelhantes ao proposto pelos autores, contudo, na safra 2016 os teores de P foram inferiores. Esse nutriente é muito importante no metabolismo das plantas, desempenhando papel na

transferência de energia da célula, na respiração e na fotossíntese (GRANT, et al., 2011).

Os teores de K nas folhas apresentaram médias entre 3,2 e 9,9 g kg⁻¹ de matéria seca nos anos avaliados (Tabela 10), estando abaixo dos valores de referência normais de K foliar em goiabeira serrana, sugerido por Thorp e Bieleski (2002), entre 10,3 e 18,6 g kg⁻¹. O baixo teor de K foliar pode ser associado ao efeito de diluição de nutrientes em razão ao crescimento da planta. Outro fator que pode-se associar ao baixo teor de K foliar, refere-se ao manejo da área, com correção do solo através de calcário, que aumenta o número de cargas negativas no solo, favorecendo a adsorção de K nas novas cargas geradas pela calagem.

Em estudo realizado no município de São Joaquim/SC, com a cultivar Alcântara, Souza (2015), encontrou teores superiores de Ca (12,41 g kg⁻¹) e P (5,63 g kg⁻¹) e teores similares de Mg (3,08 g kg⁻¹), N (18,83 g kg⁻¹) e K (7,75 g kg⁻¹), nas folhas de goiabeira serrana.

Os teores de Mg, N, P e K foliares obtidos nesta pesquisa são similares aos observados por Beyhan et al. (2011), em folhas de goiaba serrana coletados na Turquia onde os teores variaram entre 1,9 e 2,8; 14,2 e 23,1; 0,86 e 1,34; e 3,5 e 5 g kg⁻¹ de matéria seca, respectivamente. Porém, inferiores aos teores de Ca (17 a 28,3 g kg⁻¹).

Esses teores variáveis nos diferentes trabalhos podem ser atribuídos a mudanças nos tipos de solo, clima e genótipos analisados em cada experimento.

A composição mineral das folhas pode sofrer influencia de fatores genéticos, ambientais, de manejo e fertilização do solo. Os teores de macronutrientes considerados adequados à goiabeira (*Psidium guajava*), de modo geral, situam-se para o N, P, K, Ca e Mg em 30, 3, 30, 13 e 3 g kg⁻¹ respectivamente (MALAVOLTA et al., 1997).

Os teores de Mn nas folhas de goiabeira serrana apresentaram valores médios entre 53 e 341 mg kg⁻¹ de matéria seca nas três coletas avaliadas (Tabela 10). Segundo Thorp e Bieleski (2002), valores de referências normais de Mn em folhas de goiabeira serrana está entre 102 e 202 mg kg⁻¹. Os teores de Mn são semelhantes ao recomendado pelos autores, com exceção das áreas Postinho, Gabriel e Epagri 1 na safra de 2015.

Os teores médios de Fe nas folhas variaram entre 72 e 333 mg kg⁻¹ de matéria seca (Tabela 10). Segundo Thorp e Bieleski (2002), valores de referências normais de Fe em folhas de goiabeira serrana está entre 48 e 145 mg kg⁻¹.

Os teores médios de Cu nas folhas variaram entre 6 e 58 mg kg⁻¹ de matéria seca (Tabela 10). Segundo Thorp e Bieleski (2002), valores de referências normais de Cu em folhas de goiabeira serrana está entre 2 e 8 mg kg⁻¹. Os teores de Cu são superiores ao indicado pelos autores em todas as amostras, com exceção na área Postinho nas safras 2014 e 2016.

Os teores de Zn nas folhas de goiabeira serrana apresentaram médias entre 15 e 99 mg kg⁻¹ de matéria seca (Tabela 10). Segundo Thorp e Bieleski (2002), valores de referências normais de Zn em folhas de goiabeira serrana está entre 14 e 28 mg kg⁻¹. Os teores de Zn apresentados neste trabalho estão acima dos valores proposto pelos autores, exceção feitas as áreas Gabriel, Epagri 1 e 2 na safra 2015.

Souza (2015) relatou teores de Mn (38,2 mg kg⁻¹) e Zn (7,7 mg kg⁻¹) inferiores aos apresentados neste trabalho. Porém os teores de Cu (16,4 mg kg⁻¹) e Fe (112 mg kg⁻¹) são similares.

As variações dos teores de macro e micronutrientes foliares podem estar relacionadas às idades das plantas, pois os pomares foram instalados em anos diferentes, exceção feitas as áreas Epagri 1 e 2, sendo os teores de nutrientes foliares, analisados em três diferentes safras. A distribuição dos nutrientes minerais na planta e em cada uma de suas partes não é homogênea, e, mesmo ao longo da folha, podem-se observar teores diferenciados. Do mesmo modo, a redistribuição dos nutrientes pode variar em função da área da folha mediante a maior ou menor intensidade fisiológica. Malavolta et al. (1997) afirma que a maioria das plantas apresenta tendência na variação do teor foliar dos elementos, diminuindo os valores de N, P e K e aumentando as concentrações de Ca e Mg com a idade das plantas.

3.4.4 Macro e micronutrientes nos frutos

Os teores médios de Ca na casca dos frutos de goiabeira serrana variaram entre 0,35 e 0,66 g kg⁻¹ de massa fresca (Tabela 11) e na polpa entre 0,56 e 0,88 g kg⁻¹ de massa fresca (Tabela 12).

O cálcio foi o terceiro nutriente que mais acumulou nos frutos e o segundo que mais acumulou nas folhas, demonstrando que a goiabeira serrana é exigente

em cálcio, sendo importante que o solo apresente teores adequados desse nutriente para não limitar seu crescimento e sua produção.

O Ca é um elemento que desenvolve um papel importante ao conferir consistência à polpa. Tendo em vista que o Ca se move prevalentemente pelo xilema, através do fluxo transpiratório, a concentração de Ca no fruto varia sensivelmente de acordo com sua posição no interior da copa; frutos expostos à luz apresentam maior concentração de Ca em relação aqueles sombreados. Para favorecer a absorção de Ca e a sua distribuição para os frutos é oportuno realizar uma série de práticas agronômicas, como por exemplo, assegurar boa aeração do solo, adequada disponibilidade hídrica e alcançar o equilíbrio produtivo das plantas (ROMBOLÀ et al., 2012).

Os teores médios de Mg na casca dos frutos variaram entre 0,07 e 0,46 g kg⁻¹ de massa fresca (Tabela 11) e entre 0,10 e 0,22 g kg⁻¹ na polpa (Tabela 12).

O teor de nitrogênio na casca dos frutos de goiabeira serrana apresentou média entre 4,08 e 6,87 g kg⁻¹ de massa fresca (Tabela 11) e na polpa entre 2,52 e 5,41 g kg⁻¹ (Tabela 12).

Tabela 11 – Teores médios de cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), (g kg⁻¹massa fresca), manganês (Mn), ferro(Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) (mg kg⁻¹ massa fresca) na casca dos frutos de goiabeira serrana, coletadas nas safras de 2014, 2015 e 2016, localizadas no município de São Joaquim/SC.

Área	Ca	Mg	N	P	K	Mn	Fe	Cu	Zn
	-----g kg ⁻¹ -----					-----mg kg ⁻¹ -----			
Safra 2014									
Postinho	0,35	0,46	4,85	0,13	1,71	3,54	16,64	2,36	4,50
Gabriel	0,40	0,32	6,87	0,14	1,47	0,46	18,66	2,16	3,90
Epagri 1	0,39	0,13	6,20	0,14	1,51	0,32	27,00	2,42	4,08
Epagri 2	0,37	0,11	5,99	0,13	1,37	2,15	18,02	2,30	3,88
Safra 2015									
Postinho	0,63	0,10	4,08	0,28	1,51	1,87	8,38	5,87	2,80
Gabriel	0,66	0,08	5,15	0,27	1,68	0,80	8,00	5,51	2,91
Epagri 1	0,51	0,08	4,81	0,23	1,34	0,68	5,50	4,99	2,21
Epagri 2	0,49	0,07	4,17	0,27	1,59	1,02	4,80	5,62	2,71
Safra 2016									
Postinho	0,56	0,18	5,5	0,23	2,01	0,87	7,15	0,54	1,97
Gabriel	0,56	0,21	5,76	0,25	2,12	0,27	8,76	0,34	2,35
Epagri 1	0,64	0,13	4,99	0,19	1,70	0,14	7,06	0,25	1,42
Epagri 2	0,56	0,12	5,88	0,41	1,78	0,65	9,91	0,28	2,24

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Os teores de P na casca dos frutos variaram entre 0,13 e 0,41 g kg⁻¹ de massa fresca (Tabela 11) e na polpa entre 0,25 e 0,37 g kg⁻¹ (Tabela 12).

Os teores de K na casca dos frutos de goiabeira serrana apresentaram valores médios entre 1,34 e 2,12 g kg⁻¹ de massa fresca (Tabela 11) e na polpa entre 0,81 e 1,91 g kg⁻¹ de massa fresca (Tabela 12).

O potássio foi o segundo nutriente que mais acumulou nos frutos. Esse nutriente possui papel importante na formação dos frutos, atuando no transporte de fotoassimilados no floema. A deposição de biomassa no fruto é acompanhada, necessariamente, pelo acúmulo de potássio (MARSCHNER, 1995).

O K quando disponível, proporciona bom tamanho dos frutos, adequado equilíbrio ácidos/açúcares e intensa coloração da epiderme. Estes importantes aspectos positivos não devem ser superestimados, pois o excesso de potássio reduz fortemente a conservação dos frutos (ROMBOLÀ et al., 2012).

Tabela 12 - Teores médios de cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio total (NT), fósforo (P), potássio (K), (g kg⁻¹ massa fresca), manganês (Mn), ferro(Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) (g kg⁻¹ massa fresca) na polpa dos frutos de goiabeira serrana, coletadas nas safras 2015 e 2016, no município de São Joaquim/SC.

Área	Ca	Mg	N	P	K	Mn	Fe	Cu	Zn
	-----g kg ⁻¹ -----					-----mg kg ⁻¹ -----			
Safra 2015									
Postinho	0,85	0,12	2,52	0,37	0,87	1,93	11,91	3,07	5,02
Gabriel	0,56	0,15	2,98	0,35	0,81	0,84	12,36	8,09	4,20
Epagri 1	0,76	0,13	3,03	0,31	1,59	0,97	15,93	7,48	5,15
Epagri 2	0,70	0,10	4,74	0,33	1,61	0,95	7,79	7,55	4,26
Safra 2016									
Postinho	1,13	0,2	5,41	0,25	1,66	0,42	6,68	0,56	1,94
Gabriel	0,68	0,22	4,95	0,27	1,72	0,42	7,98	0,84	2,66
Epagri 1	0,69	0,19	5,27	0,25	1,91	0,42	7,66	0,71	1,95
Epagri 2	1,04	0,19	4,88	0,36	1,46	0,38	9,00	0,55	1,99

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Os resultados obtidos para K são similares aos encontrados por Romero-Rodriguez et al. (1994) em polpa de frutos de goiabeira-serrana coletados na Nova Zelândia, onde apresentou média entre 0,9 e 1,7 g kg⁻¹, entretanto foram inferiores aos teores de Ca, Mg e P (0,04-0,14; 0,06-0,09; 0,1-0,17 g kg⁻¹ respectivamente).

Em estudo realizado em São Joaquim/SC, com a variedade Alcântara, Souza (2015) analisou teores de macronutrientes na casca e na polpa dos frutos de

goiabeira serrana. Na casca os valores médios de Ca, Mg, N, P e K foram de 0,12; 0,02; 1,64; 0,31 e 1,59 g kg⁻¹ respectivamente. Na polpa esses teores foram 0,09 g kg⁻¹ de Ca; 0,02 g kg⁻¹ de Mg; 2,02 g kg⁻¹ de N; 1,7 g kg⁻¹ de P e 1,92 g kg⁻¹ de K. Os teores de Ca, Mg e N apresentados nesta pesquisa são superiores aos observados pela autora. Entretanto, os teores de P são inferiores e os de K são similares.

Leterme et al., (2006) em polpa de frutos de goiabeira serrana coletados na Colômbia, apresentaram teores iguais a 0,72 g kg⁻¹ de Ca, 0,17 g kg⁻¹ de Mg, 0,05 g kg⁻¹ de P e 1,4 g kg⁻¹ de K. Os valores de Ca, Mg e K são similares e de P é inferior aos teores apresentados no presente trabalho (Tabela 12).

Em diferentes genótipos de goiabeira serrana coletados na Turquia, Beyhan et al. (2011) encontraram teores elevados de Ca, Mg, N e P na polpa com valores entre 3,3-7,5; 0,61-1,03; 7,2-14,7 e 0,91-1,04 g kg⁻¹, respectivamente. Porém, os teores de K variaram entre 0,53 e 0,94 g kg⁻¹, e são inferiores aos obtidos nesta pesquisa (Tabela 12).

Em trabalho realizado por Amarante et al. (2013) com frutos de goiabeira serrana coletados em Santa Catarina, os autores encontraram valores de Ca, Mg, N e K na polpa iguais a 0,07; 0,01; 1,25 e 1,28 g kg⁻¹ respectivamente. Onde os teores de Ca, Mg e N são inferiores e de K similar aos apresentados neste trabalho (Tabela 12). Na massa fresca da casca dos frutos os mesmos autores encontraram teores de 0,16 g kg⁻¹ de Ca, 0,01 g kg⁻¹ de Mg, 1,31 g kg⁻¹ de N e 1,09 g kg⁻¹ de K, sendo inferiores aos teores do presente trabalho (Tabela 11).

Em trabalho realizado com populações silvestres, no município de Porto Alegre/RS, Kinupp e Barros (2008), encontraram teores de Ca, Mg, P e K na polpa dos frutos de goiabeira serrana inferiores aos obtidos nesta pesquisa.

O teor de Mn na casca dos frutos de goiabeira serrana variou entre 0,14 e 3,54 mg kg⁻¹ de massa fresca (Tabela 11) e entre 0,38 e 1,93 mg kg⁻¹ na polpa dos frutos de goiabeira serrana (Tabela 12).

O Fe apresentou teores médios entre 4,8 e 27 mg kg⁻¹ de massa fresca na casca (Tabela 11) e entre 6,68 e 15,93 mg kg⁻¹ na polpa dos frutos de goiabeira serrana (Tabela 12).

Os teores de Cu na casca dos frutos variaram entre 0,25 e 5,87 mg kg⁻¹ de massa fresca (Tabela 11) e entre 0,55 e 8,07 mg kg⁻¹ na polpa (Tabela 12).

As médias dos teores de Zn na casca dos frutos variaram entre 1,42 e 6,0 mg kg⁻¹ de massa seca (Tabela 11) e entre 1,94 e 5,15 mg kg⁻¹ na polpa dos frutos de goiabeira serrana (Tabela 12).

Souza (2015) analisou teores de micronutrientes em frutos de goiabeira serrana com a variedade Alcântara, no município de São Joaquim/SC. Na casca, os teores de Mn, Fe, Cu e Zn foram 8,10; 104,6; 3,57 e 6,48 mg kg⁻¹ respectivamente. Na polpa esses valores foram 9,18 mg kg⁻¹ de Mn, 111,12 mg kg⁻¹ de Fe, 3,74 mg kg⁻¹ de Cu e 6,80 mg kg⁻¹ de Zn. Os teores de Mn, Fe e Zn são superiores aos observados no presente trabalho, contudo, os teores de Cu são similares.

Kinupp e Barros (2008), em pesquisa realizada com populações silvestres de goiabeira serrana, em Porto Alegre/RS, citaram teores inferiores de Fe (4 mg kg⁻¹), Cu (0,16 mg kg⁻¹) e Zn (0,22 mg kg⁻¹), porém teores similares de Mn (0,62 mg kg⁻¹) na polpa dos frutos.

Os dados apresentados são inferiores aos observados por Beyhan et al. (2011), em polpa de frutos de goiabeira serrana coletados na Turquia, onde os teores de Fe, Zn, Cu e Mn variaram entre 38-200; 2,9-7,3; 1,71- 6,95; e 2,1-6,3 mg kg⁻¹ de massa fresca, respectivamente.

A colheita dos frutos extrai considerável quantidade de nutrientes do solo, se estes não forem adequadamente repostos pela adubação, poderá ocorrer empobrecimento do solo ao longo dos anos de cultivo.

As diferenças observadas na composição mineral entre as amostras dos diferentes experimentos podem ser explicadas pelas condições edafoclimáticas do local de cultivo e pelas condições de manejo das plantas.

3.4.5 Produção de frutos

As áreas amostradas apresentaram produtividade entre 7,4 e 15 t ha⁻¹ e peso médio de frutos entre 55 e 100 g nas três safras amostras (Tabela 13). A produção de frutos é baixa quando comparada ao que é produzido na Nova Zelândia, onde a produtividade de frutos é de aproximadamente 50 t ha⁻¹ e peso médio entre 60 e 70 g (AMARANTE, 2017).

Verificou-se maior produção de frutos na área Gabriel, onde os teores médios de Ca, Mg, P, K e pH no solo são mais elevados, com reduzido teor de AI (Tabela 8). Além disso, nesta área, os teores médios de Ca e N foliares são superiores (Tabela

10). Contudo, as áreas amostradas possuem o mesmo tipo de manejo e clima, podendo, a maior produção naquela área, ocorre devido, provavelmente, a maior quantidade de macroporos (Tabela 7), que são responsáveis pelo fluxo de água no solo, influenciando o transporte de nutrientes, como Ca e N, que são transportados preferencialmente por fluxo de massa. Além disso, pode ter ocorrido melhoria do ambiente radicular das plantas, devido à correção do solo antes do plantio, fornecendo Ca e Mg provenientes do calcário, P proveniente da adubação fosfatada e K proveniente da adubação potássica, com consequente elevação dos teores desses macronutrientes no solo e nas folhas das plantas de goiabeira serrana, podendo justificar, em parte, o incremento na produtividade de frutos naquela área.

Fatores como temperatura e precipitação, além de características físico-químicas do solo, como Ds e aporte de matéria orgânica podem interferir na produtividade e qualidade de frutos de goiabeira serrana.

A rentabilidade da cultura está diretamente ligada ao número de frutos produzidos.

Tabela 13 - Produtividade, massa média de frutos e número de frutos por planta em pomares de goiabeira serrana coletados nas safras 2014, 2015 e 2016, localizados no município de São Joaquim/SC.

Área	Produtividade de frutos	Massa média de frutos	nº de frutos planta ⁻¹
	t ha ⁻¹	G	
		Safra 2014	
Postinho	10,4	55	288
Gabriel	13,6	75	277
Epagri 1	7,4	81	136
Epagri 2	13,3	86	231
		Safra 2015	
Postinho	10,6	88	179
Gabriel	15	71	311
Epagri 1	8,7	71	185
Epagri 2	8,41	76	170
		Safra 2016	
Postinho	7,5	90	127
Gabriel	9,3	73	191
Epagri 1	8,9	100	133
Epagri 2	9,3	66	210

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Verificou-se que a maior produtividade de frutos ocorreu na área com maior número de frutos (Tabela 13). A estimativa da produtividade de frutos mostrou comportamento bastante semelhante ao ocorrido para o número de frutos por planta. Isto é explicado, pois a variável entra no cálculo da produtividade por hectare, e o aumento da produção individual aumentou diretamente a produtividade por área.

Observou-se maior produtividade acumulada de frutos na safra de 2014 (Tabela 13), onde a precipitação total anual e temperatura média anual foram mais elevadas (Tabela 14), estando acima da precipitação anual média para o município de São Joaquim, que varia entre 1360-1600 mm. Pode ser notada uma tendência de aumento no número de frutos com aumento da precipitação. Porém, a massa de frutos tendeu a reduzir. Isto pode estar associado à relação fonte-dreno que existe na planta, pois o menor número de frutos diminui a concorrência entre eles, aumentando seu crescimento. O número excessivo de frutos por planta pode resultar na redução do seu tamanho, devido a menor relação entre folhas e frutos remanescentes na planta e menor suprimento de água e nutrientes a eles.

Tabela 14 – Precipitação total anual (mm) e temperatura média anual ($^{\circ}\text{C}$), nos anos de 2014, 2015 e 2016, no município de São Joaquim/SC.

Ano	Precipitação total anual	Temperatura média anual
	mm	$^{\circ}\text{C}$
2014	2366,6	14,2
2015	2097,6	14,0
2016	1707,7	13,3

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

Os teores médios de sólidos solúveis totais (SST) na polpa dos frutos de goiabeira serrana variaram entre 7,4 e 10,7 $^{\circ}\text{Brix}$ (Tabela 15). Esses teores são semelhantes a 8,93 $^{\circ}\text{Brix}$, apresentado por Souza (2015) e semelhantes a 11,1 $^{\circ}\text{Brix}$, observado por Amarante et al. (2013) em frutos de goiabeira serrana.

Os teores médios de acidez titulável (AT) variaram entre 1,7 e 3,7% na polpa dos frutos de goiabeira serrana (Tabela 15). Esses teores são superiores aos encontrados por Souza (2015) em frutos de goiabeira serrana com a variedade Alcântara, onde a AT variou entre 0,81 e 1,21%.

Tabela 15 - Sólidos solúveis (SST%) e acidez titulável (AT%) na polpa dos frutos de goiabeira serrana coletados nas safras 2015 e 2016 em pomares localizados no município de São Joaquim/SC.

Área	SST ($^{\circ}$ Brix)		AT (%)
	Safra 2015	Safra 2016	
Postinho	9,8	10,7	1,7
Gabriel	7,4	8,7	2,0
Epagri 1	8,2	10,3	1,4
Epagri 2	9	9,8	2,3
			Safra 2016
Postinho			3,2
Gabriel			2,9
Epagri 1			3,1
Epagri 2			3,7

Fonte: Elaborado pela autora, 2017.

O ano de colheita pode influenciar os teores de SST e AT dos frutos de goiabeira serrana, observando-se tendência de redução desses valores na safra com maior precipitação (Tabelas 14 e 15), indicando um efeito das precipitações pluviométricas no sabor dos frutos para consumo in natura.

Pasquariello et al. (2015), em estudo com 12 cultivares de goiabeira serrana, obtidas de diferentes países, mas, cultivadas no mesmo pomar experimental, na cidade de Caserta, no sul da Itália, durante três anos de pesquisa, encontraram teores médios de SST igual a 12,10 $^{\circ}$ Brix e AT igual a 5,07%, estando de acordo com os teores apresentados neste trabalho, com o mesmo método de determinação.

Os valores de SST e AT estão de acordo com os valores encontrados por Parra-Coronado et al. (2015), em estudo realizado na Colômbia, sobre a influência das condições climáticas nas propriedades dos frutos de goiabeira serrana, em dois locais com diferentes altitudes, São Francisco, com altitude de 1.800 m, temperatura média anual de 20°C e precipitação média anual igual a 1.493 mm; e Tenjo, com altitude de 2.580m, temperatura média anual de 12,5°C e precipitação média anual igual a 765 mm. Os valores de sólidos solúveis totais e acidez titulável no início das avaliações foram, respectivamente, de 10,8 $^{\circ}$ Brix e 1,1%; no final das observações esses valores aumentaram para 11,4 $^{\circ}$ Brix e 1,76%, em São Francisco. Em Tenjo, os teores de SST e AT foram de 10,6 $^{\circ}$ Brix e 1,0% no inicio das observações. Na colheita o valor de SST foi de 12,6 $^{\circ}$ Brix e AT de 1,80%, mostrando que o valor de sólidos solúveis totais no momento da colheita é maior em altitudes maiores, devido à maior radiação, menor temperatura média e umidade relativa.

Os valores de SST também estão de acordo com os encontrados por Martínez-Vega et al. (2008), na Colômbia, em frutos de goiabeira serrana coletados em diferentes partes da planta, onde os valores médios de SST variaram entre 10,35 e 11,63 °Brix. Os valores de AT encontrados pelos autores (2,07-2,28%) são semelhantes aos apresentados nesta pesquisa.

A variação dos teores médios de AT e SST se deve ao fato, possivelmente, de diferenças na radiação solar, umidade e temperatura do ar nos anos e locais amostrados nos diferentes experimentos.

3.5 CONCLUSÕES

A densidade do solo junto com os demais atributos físicos avaliados não apresentaram indícios de compactação do solo.

Os macronutrientes Ca, Mg e K estão em maiores teores no solo, assim como os micronutrientes Mn e Cu.

O acúmulo de nutrientes pelas folhas obedeceu à seguinte ordem: N > Ca > K > Mg > P > Fe > Mn>Zn > Cu.

Nos frutos o acúmulo de nutrientes se deu na seguinte ordem: N > K > Ca > P > Mg > Fe > Zn > Cu > Mn, tanto nas casca quanto na polpa.

Plantas com menor número de frutos resultou em aumento da sua massa.

A produção de frutos está relacionada ao estado nutricional das plantas, baseando-se na concentração de nutrientes no solo, no tecido foliar e valor de macroporosidade.

As precipitações pluviométricas acumuladas anualmente promovem decréscimos de acidez titulável e sólidos solúveis.

A colheita dos frutos extrai em média 0,65 g de Ca; 0,16 g de Mg; 4,8 g de N; 0,27 g de P; 1,55 g de K; 1,05 mg de Mn; 11,44 mg de Fe; 3,16 mg de Cu e 3,12 mg de Zn, a cada 1 kg de frutos, o que deve ser adequadamente reposto pela adubação.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados nesta pesquisa são importantes, devido à existência de poucos estudos referente à caracterização química e física do solo onde há produção de goiabeira serrana no estado de Santa Catarina; assim como do manejo e fertilidade desses solos.

São importantes também devido à caracterização química dos frutos e folhas de goiabeira serrana. Como a casca é uma porção tradicionalmente não empregada na alimentação humana. Assim, mais pesquisas são necessárias para determinar a presença de outros nutrientes e compostos, além do desenvolvimento de tecnologias que facilitem seu emprego em produtos alimentícios.

Há a necessidade de se desenvolver mais pesquisas nas condições brasileiras, procurando conhecer melhor as exigências nutricionais, bem como o comportamento em diferentes níveis, fontes e combinação de nutrientes.

5 REFERÊNCIAS

ABREU, N.A.A.; MENDONÇA, V.; FERREIRA, B.G.; TEIXEIRA, G.A.; SOUZA, H.A.; RAMOS, J.D. Crescimento de mudas de pitangueira (*Eugenia uniflora L.*) em substratos com utilização de superfosfato simples. Ciência e Agrotecnologia, v.29, n.6. p. 1117-1124. 2005.

ALMEIDA, J.A.; ERNANI, P.R.; MAÇANEIRO, K.C. Recomendação alternativa de calcário para solos altamente tamponados do extremo Sul do Brasil. Ciência Rural, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 651-656, 1999.

AMARANTE, C.V.T. do. Cultivo de goiabeira serrana na Colômbia e Nova Zelândia – da produção a pós-colheita. In: Primeira reunião técnica sobre goiabeira serrana. Anais. São Joaquim. 2017.

AMARANTE, C.V.T. do; STEFFENS, C.A.; BENINCA, T.D.T.; HACKBARTH, C. SANTOS, K.L. Qualidade e potencial de conservação pós-colheita de frutos em cultivares brasileiras de goiaba-serrana. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.35, n.4, p.990-999, 2013.

AMARANTE, C.V.T.; SANTOS, K.L. Goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*). Revista Brasileira de Fruticultura. vol.33, n.1. Jaboticabal, mar. 2011.

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

BARNI, E.J.; DUCROQUET, J.P.; SILVA, M.C.; BEPPLERNETO, R.; PRESSER, R.F. Potencial de mercado para goiaba serrana catarinense. Florianópolis: EPAGRI, p,48. 2004.

BAYER, C.; BERTOL, I. Características químicas de um Cambissolo húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.23, n.3, p.687-694, 1999.

BEAL, B. H. Avaliação preliminar da atividade antioxidante in vitro de extratos de duas cultivares de goiabeira serrana (*Acca sellowiana*). In: I WORKSHOP SUL AMERICANO SOBRE *Acca sellowiana*. Anais. São Joaquim, 2009, CD-ROM.

BENEZ, M.C.; CHANIN, Y.M.A.; LAUS NETO, J.A.; BRAGA,H.J.; PUNDEK, M.; MOLINARI, A.; ROSSO, R.; CARRIÃO,S.L.; BACIC, I.L.Z. Dados e informações biofísicas da Unidade de Planejamento Regional Planalto Sul Catarinense. Florianópolis: Epagri, 2002. 76p.

BERTOL, I; ALBUQUERQUE, J.A.; LEITE, D.; AMARAL; A.J.; ZOLDAN JUNIOR, W. A. Propriedades físicas do solo sob preparo convencional e semeadura direta em rotação e sucessão de culturas, comparadas às do campo nativo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 28:155-163, 2004.

BEYHAN, O.; BOZKURT, M.A.; BOYSAL, S.C. Determination of macro-micro nutrient contents in dried fruit and leaves and some pomological characteristics of selected feijoa genotypes (*Feijoa*

sellowiana Berg.) from Sakarya provinces in Turkey. **Journal of Animal and Plant Sciences**, v.21, p.251-255, 2011.

BLAINSKI, E.; TORMENA, C.A. FIDALSKI, J.; GUIMARÃES, R.M.L. **Quantificação da degradação física do solo por meio da curva de resistência do solo à penetração**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 32:975-983, 2008.

BOHNEBERGER, A. L. **Ocorrência do gorgulho *Conotrachelus psidii* (Coleoptera: Curculionidae) e manejo das principais doenças e pragas na goiabeira serrana *Acca sellowiana* com ênfase na homeopatia.** (Dissertação de Mestrado). Lages, 2009. 93 p.

CACIOPPO, O. **La Feijoa**. Madrid: Mundi-Prensa, 1988. 85p.

CARDOSO, J.H. **Cultivo e conservação da feijoa:** uma homenagem a um agricultor guardião. Embrapa Clima Temperado, Pelotas. 2009.

CASALI, C.A.; MOTERLE, D.F.; SANTOS, D.R. dos; BRUNETO, G.; CORCINI, A.L.M.; KAMINSKI, J.; MELO, G.W.B. **Formas e dessorção de cobre em solos cultivados com videira na Serra Gaúcha do Rio Grande do Sul.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.32, n.4, p.1479-1487, 2008.

CORRÊA, M.C.M.; PRADO, R.M.; NATALE, W.; PEREIRA, L.; BARBOSA, J.C. **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.

COSTA, F.S.; ALBUQUERQUE, J.A.; BAYER, C.; FONTOURA, S.M.V.; WOBETO, C. **Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas de plantio direto e preparo convencional.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.27, p.527-535, 2003.

DAL BÓ, M.A; DUCROQUET, J-P. H.J. **Efeito do pH e teor de P no solo sobre o crescimento e absorção de nutrientes pela goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana*)**. Revista Brasileira de Fruticultura. Cruz das Almas, v.14, n.2, p.109-114, 1992.

DEGENHARDT, J.; DUCROQUET, J.P. GUERRA, M. P.; NODARI, A. O. **Avaliação fenotípica de características de frutos em suas famílias de meio-irmãos de goiaba-serrana (*Acca sellowiana* Berg.) de um pomar comercial em São Joaquim, SC.** Revista Brasileira de Fruticultura. vol.25 n.3 Jaboticabal Dez. 2003.

DIAS JUNIOR, M.S.; MIRANDA, E.E.V. **Comportamento da curva de compactação de cinco solos da região de Lavras (MG)**. Ciência Agropecuária, v.24, p.337-346, 2000.

DORAN, J.W.; PARKIN, T.B. **Defining and assessing soil quality.** In: DORAN, J.W.; CELEMAN, D.C.; BEZDICEK, D.F.; STEWART, B.A., eds. Defining soil quality for sustainable environment. 1994.

DUCROQUET, J. P. H. J.; BARNI, E. J.; SILVA, M. C. **Estudo de mercado para a goiaba serrana (*Acca sellowiana*)**. In: XVII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Anais... Belém, 2002.

DUCROQUET, J.P.H.J., NUNES, E.C., GUERRA, M.P., NODARI, R.O. **Novas cultivares brasileiras de goiabeira serrana:** SCS 414-Mattos e SCS 415-Nonante. Agropecuária Catarinense, v. 21, p. 79-82, 2008.

DUCROQUET, J.P.H.J.; HICKEL, E.R. **Fenologia da goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana*, Berg) no Alto Vale do Rio do Peixe, Santa Catarina.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.13, n.3, p.313-320. 1991.

DUCROQUET, J.P.H.J.; HICKEL, E.R.; NODARI, R.O. **Goiaba serrana (*Acca sellowiana* B. Burret).** Jaboticabal: FUNEP, v. 1, 2000. 66p.

DUCROQUET, J.P.H.J.; RIBEIRO, P. **A goiabeira serrana: velha conhecida, nova alternativa.** Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v.4, n.3,p.27-29, 1991.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análises de solo.** 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212p.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA. **Orientações para o cultivo da goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*).** Florianópolis: Boletim técnico 153, 44p, 2010.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ VENEGAS, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo.** Viçosa: SBCS, p. 551-594, 2007.

ERNANI, P.R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes.** Lages: Ed, CAV/UDESC, 2008. 230p.

ESEMANN-QUADROS, K.; MOTA, A.P.; KERBAUY, G.B.; GUERRAS, M.P.; DUCROQUET, J.P.H.J.; PESCADOR, R. **Estudo anatômico do crescimento do fruto em *Acca sellowiana* Berg.** Revista Brasileira de Fruticultura, vol.30, n.2, p. 296-302, 2008.

ESPAÑHOL, G.L. ;ALBUQUERQUE, J. A.; MAFRA, A.L.; NUERNBERG, N.J.; NAVA, G. **Propriedades químicas e físicas do solo modificadas pelo manejo de plantas espontâneas e adubação orgânica em pomar de macieira.** Revista de Ciências Agroveterinárias, Lages, v.6, n.2, p. 83-94, 2007.

FAIAD, M. G. R.; SALOMÃO, A. N.; PADILHA, L. S.; MUNDIM, R. C. **Sobrevivência de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Sacc. em sementes de feijoa (*Acca sellowiana* Burr.) durante o armazenamento.** Comunicado técnico 80, Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, 2003.

FUNDACIÓN CHILE. **Cultivo e comercialización de feijoa.** Informativo Agroeconomico, v.7, n.3, p.9-15, 1990.

GEE, G.W.; BAUDER, J.W. Particle-size analysis. In: KLUTE, A. **Methods of soil analysis.** American Society of Agronomy, 1: 383-411, 1986.

GRANT, C.A.; FLATEN, D.N.; TOMASIEWICZ, D.J.; SHEPPARD, S.C. **A importância do fósforo no desenvolvimento inicial da planta.** Informações agronômicas n.95, set. 2011.

HAVLIN, J.L.; TISDALE, S.L.; NELSON, W.L.; BEATON, J.D. **Soil fertility and fertilizers.** 8.ed. Upper Saddle River: Pearson, 2013. 528p.

HICKEL, E., R.; DUCROQUET, J.P.H.J. **Polinização entomófila da goiabeira serrana, *Feijoa sellowiana* (Berg.) em Santa Catarina.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.22, n.1, p.96-101, 2000.

HICKEL, E.R.; DUCROQUET, J.P.H.J. **Entomofauna associada a goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana* BERG).** Revista Brasileira de Fruticultura, Cruz das Almas, v. 14, n. 2, p. 101-107, 1992.

HICKEL, E.R; DUCROQUET, J.P.H.J. **Insetos da goiabeira-serrana.** Guia ilustrado das espécies. 2006.

HILLEL, D. **Environmental soil physics.** New York: Academic Press, 1998. 770p.

HOFFMANN, A.J.C.; NACHTIGAL, R.A.; KLUGE, A.B. **Influência da temperatura e do polietileno no armazenamento de frutos de goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana* Berg.).** Scientia Agricola, Piracicaba, v. 51, n. 3, p. 563-567, 1994.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants.** Boca Raton: CRC Press, 3ed. 2001. 413p.

KINUPP, V.F.; BARROS, I.B.I. **Teores de proteína e minerais de espécies nativas. Potenciais hortaliças e frutas.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.28, n.4, p.846-857, 2008.

KLEIN, R.M. **Observações e considerações sobre a vegetação do Planalto Nordeste Catarinense.** *Sellowia*, v. 15, n. 15, p. 39-55, 1963.

LANZANOVA, M.E.; NICOLOSO, R.S.; LOVATP, T.; ELTZ, F.L.I.; AMADO, T.J.C.; REINERT, D.J. **Atributos físicos em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.31, p. 1131-1140, 2007.

LETTERME, P.; BULDGEN, A.; ESTRADA, F.; LONDONO, A.M. **Mineral content of tropical fruit and unconventional foods of the Andes and the rain forest of Colombia.** Food Chemistry, Maryland Heights, v.95, n.4 p.644-652, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras:** manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum Ltda, 1992. 382p.

LORENZINI, A.R. **Fitossociologia e aspectos dendrológicos da goiabeira-serrana na bacia superior do rio Uruguai.** 2006. 51p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2006.

LUCIANO, R.V.; ALBUQUERQUE, J.A.; RUFATO, L.; DAVID JOSÉ MIQUELLUTI, D.J.; WARMLING, M.T. **Condições meteorológicas e tipo de solo na composição da uva Cabernet Sauvignon.** Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.48, n.1, p.97-104, jan. 2013.

MACEDO, S.T. de; TEIXEIRA, P.C. **Calagem e adubação fosfatada para formação de mudas de araçá-boi.** Acta Amaz. vol.42 no.3 Manaus Set. 2012.

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

MARCHIORI, J.N.C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul:** enfoque histórico e sistemas de classificação. Porto Alegre, RS: Est, 2002. 119p.

MARCHIORI, J.N.C.; SOBRAL, M. **Dendrologia das angiospermas:** mytales. Santa Maria: Ed. da UFSM, 1997. 304p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 2. ed. London: Academic Press, 1995. 889 p.

MARSCHNER, P. (Ed.). **Marschner's mineral nutrition of higher plants.** 3.ed. London: Academic, 2012. 652p.

MARTÍNEZ-VEJA, R.R.; FISCHER, G.; HERRERA, A.; CHAVES, A.; QUINTERO, O.C. **Características físico-químicas de frutos de feijoa influenciadas por la posición en el canopi.** Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas, v.2, n.1, p.21-32, 2008.

MATTOS, J.R. A goiabeira serrana. **Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis,** Porto Alegre. 1986. 84p.

MATTOS, J.R. **Goiabeira-serrana:** fruteiras nativas do Brasil.2.ed. Porto Alegre: Ceue, 1990. 120p.

MENDONÇA, V.; LEITE, G.A.; MEDEIROS, P.V.Q.; MEDEIROS, L.F.; CALDAS, A.V.C. **Crescimento inicial de mudas de cerejeira-domoto (*Eugenia involucrata* DC) em substrato enriquecido com superfosfato simples.** Caatinga, v.22, n.2, p. 81-86. 2009.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA. **Ministério do Meio Ambiente lançará estudo sobre 775 espécies de plantas do futuro.** 2007.

MIRLEAN, N.; ROISENBERG, A.; CHIES, J.O. **Metal contamination of vineyard soil in wet subtropics (Southern Brazil).** Environmental Pollution, Oxon, v.149, n.1, p.10-17, 2007.

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, Anápolis-Goiás, v.3, n.2, p.67-79. jul.-dez. 2014.

MURPHY, J. RILEY, J. P. **A modified single solution method for the determination of phosphate in natural waters.** Anal. Chim. Acta. 27:31-36, 1962.

NACHTIGAL, J.C.; KLUGE, R.A.; ROSSAL, P.A.L.; VAHL, L.C.; HOFFMANN, A. **Efeito do fósforo no desenvolvimento inicial de mudas de goiabeira serrana.** Piracicaba: Secretaria de agricultura, p. 279-283, 1994.

NATALE, W. **Diagnose da nutrição nitrogenada e potássica em duas cultivares de goiabeira (*Psidium guajava L.*), durante três anos.** 1993. 150 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1993.

NATALE, W.; COUTINHO, E.L.M.; BOARETTO, A.E. & PEREIRA, F.M. **Goiabeira: Calagem e adubação.** Jaboticabal, Funep, 1996. 22p.

NATALE, W.; PRADO, R. de M.; ROZANE, E.; ROMUALDO, C.M. **Efeitos da calagem na fertilidade do solo e na nutrição e produtividade da goiabeira.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.31, p.1475-1485, 2007.

NATALE, W.; ROZANE, D. E.; PARENT, L. E.; PARENT, S.E. **Acidez do solo com calagem em pomares de frutíferas tropicais.** Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1294-1306, 2012.

NAVA, G.; SANTOS, K.L. dos; COSTA, M.D.; CIOTTA, M.N. **Growth, mineral composition, fruit yield, and mycorrhizal colonization of feijoa in response to lime and phosphorus application.** Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, v.51, n.8, p.942-949, ago. 2016.

NODARI, R. O.; GUERRA, M. P. **Goiabeira serrana (*Acca sellowiana*).** In: CONGRESSO PAN-AMERICANO DE INCENTIVO AO CONSUMO DE FRUTAS E HORTALIÇAS PARA A PROMOÇÃO DA SAÚDE 5., 2009, Brasília, DF. **Anais.** Brasília, DF: CGPAN, 2009.

NODARI, R.O.; GUERRA, M.P. **Cultivo da goiabeira serrana na Califórnia e desafios para o manejo no Brasil.** In: Primeira reunião técnica sobre goiabeira serrana. Anais. São Joaquim. 2017.

NODARI, R. O.; GUERRA, M.P.; Meler, K.; Ducroquet, J.P. **Genetic variability of Feijoa sellowiana germplasm.** Acta Horticulturae, 452, p. 41-46, 1997.

OLTRAMARI, A.C. et al. **Protocolo de micropopulação da goiabeira serrana (*Acca sellowiana* (Berg) Burret).** Ciência Rural, Santa Maria, v. 30, n.1, p. 61-68, 2000.

PALMEIRA, P.R.T.; PAULETTO, E.A.; TEIXEIRA, C.F.A.; GOMES, A.S. & SILVA, J.B. **Agregação de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, 23:189-195, 1999.

PARRA-CORONADO, A.; FISCHER, G; CAMACHO-TAMAYO, J.H. **Development and quality of pineapple guava fruit in two locations with different altitudes in Cundinamarca, Colombia.** Bragantia, Campinas, v. 74, n. 3, p.359-366, 2015.

PASQUARIELLO,M.S.; MASTROBUONI,F.; DI PATRE,D.; ZAMPELLA, L.; CAPUANO, L.R.; SCORTICHINI, M.; PETRICCIONE, M. **Agronomic, nutraceutical and molecular variability of feijoa (*Acca sellowiana* (O. Berg) Burret) germplasm.** Scientia Horticulturae 191, P. 1–9. 2015.

PELOZATTO, M. **Valores de referência de cádmio, cobre, manganês e zinco em solos de Santa Catarina.** 69 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2008.

PRADO, R.M. ; NATALE, W. **A calagem na nutrição e no desenvolvimento do sistema radical da caramboleira.** Revista de Ciências Agroveterinárias, v.3, n.1, p.3-8, 2004.

PRADO, R.M.; CORRÊA, M.C.M.; NATALE, W. **Efeito da cinza da indústria de cerâmica no solo e na nutrição de mudas de goiabeira.** Acta Scientiarum, v.24, p.1493-1500, 2002.

PREVEDELLO, C. L. **Física do solo.** UFPR, Curitiba, 445 p., 1996.

QUAGGIO, J. A. **Acidez e calagem em solos tropicais.** Instituto Agronômico, Campinas, São Paulo. 111 p. 2000.

REICHERT, J. M.; REINERT, D.J.; BRAIDA, J.A. **Qualidade dos solos e sustentabilidade de sistemas agrícolas.** Ciência Ambiental, v.27, p.29-48, 2003.

REINERT, D. J.; ALBUQUERQUE, J. A.; REICHERT, J. M.; AITA, C.; ANDRADA, M. M. C. **Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho.** Revista Brasileira de Ciência do Solo,32:1805-1816, 2008.

REYNOLDS, W.D.; BOWMAN, B.T.; DRURY, C.F.; TAN, C.S.; LU, X. **Indicators of good soil physical quality:** density and storage parameters. Geoderma. Amsterdam, v.110, n.1-2, p.131-146, 2002.

ROMBOLÀ, A.D; SORRENTI, G.; GILMAR MARODIN, A.M.; DE PIERI, A.Z.; BARCA, E. **Nutrição e manejo do solo em fruteiras de caroço em regiões de clima temperado.** Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, n. 2, p. 639-654, abr. 2012.

ROMERO-RODRIGUEZ, M.A.; VAZQUEZ-ODERIZ, M.L.; LOPEZ-HERNANDEZ, J.; SIMAL-LOZANO, J. **Composition of babaco, feijoa, passion-fruit and tamarillo produced in Galicia (NW Spain).** Food Chemistry, Maryland Heights, v.49, n.3, p.251-255, 1994.

SANTOS, H.A.A. dos; BOFF, M.I.C.;BOFF,P.;FRANCO, C.R.; ORTH, A.I, NODARI, R.O. **Determinação de épocas de ensacamento de frutos de goiabeira-serrana para exclusão da mosca-das-frutas.** Resumos do VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre/RS – 25 a 28/11/2013. 2013a.

SANTOS, K. L. dos. **Diversidade cultural, genética e fenotípica da goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*): implicações para a domesticação da espécie.** 163p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Florianópolis. 2009.

SANTOS, K. L.; PERONI, N.; GURIES, R.P.; NODARI, R.O. **Traditional Knowledge and Management of Feijoa (*Acca sellowiana*) in Southern Brazil.** Economic Botany, p. 1–11, 2009b.

SANTOS, K.L. dos; DUCROQUET, J.P.H.J.; AMARANTE, C.V.T. dos; SOUZA, S.N. DE; PERONI, N.; GUERRA, M.P.; NODARI, R.O. **Orientações para o cultivo da goiabeira-serrana (*Acca sellowiana*)**. Florianópolis: Epagri, 44p. (Epagri. Boletim Técnico, 153). 2010.

SAZIMA, I.; SAZIMA, M. **Petiscos florais**: pétalas de *Acca sellowiana* (Myrtaceae) como fonte alimentar para aves em área urbana no sul do Brasil. *Biota Neotropica*, v. 7, n. 2, p. 307-312, 2007.

SILVA, de A.S.; AZEVEDO, C.A.V. de. Principal Componets Amallysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In Word Congress on Computers in Agriculture, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agriculture and Biological Engineers, 2009.

SIQUEIRA, J.O. **Biologia do solo**. Lavras, ESAL/FAEPE, 230p. 1993.

SOARES, A.H.V.; SILVA, C.A.; ZAMBALDE, A.L. **Um Sistema Especialista para o Cálculo da Necessidade de Calagem e Recomendação de Corretivo**. Universidade Federal de Lavras. 2011.

SOUZA, A.G. de. Tese de doutorado: **Características físicas, químicas, nutricional e antioxidante em frutos e flores de goiabeira-serrana [*Acca sellowiana* (Berg.) Burret]**. p.168. Lages, 2015.

SOUZA, H.A.; GURGEL, R.L.S.; TEIXEIRA, G.A.; CAVALLARI, L.L.; RODRIGUES, H.C. A.; MENDONÇA, V. **Adubação nitrogenada e fosfatada no desenvolvimento de mudas de uvaia**. Bioscience Journal, v.25, n.1, p.99-103. 2009a.

SOUZA, H.A.; NATALE, W.; PRADO, R.M.; ROZANE, D.E; ROMUALDO, L.M.; HERNANDES, A. **Efeito da calagem sobre o crescimento de goiabeiras**. Revista Ceres, v.56, n.3, p.336-341, 2009b.

SOUZA, Z.M.; ALVES, M.C. **Propriedades físicas e teor de matéria orgânica em um Latossolo Vermelho de cerrado sob diferentes usos e manejo**. Acta Scieniarum, v.25, p.27-34, 2003.

SPERA, S.T.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O. **Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na produtividade**. Revista Brasileira de Ciência Solo, v.28, p.533-542, 2004.

TAGLIAVINI, M.; NEILSEN, G.H.; ROMBOLÁ, A.D.; ZAVALLONI, C.; MALAGUTI, D.; MARANGONI, B.; SCUDELLARI, D. **Influenza della temperatura del terreno sulla risposta del pesco alla fertilizzazione fosfatica**. In: CONVEGNO PESCHICOLO, 23., 2000, Ravenna. Atti... Ravenna: Camera di commercio industria e artigianato e agricoltura di Ravenna e Forlì-Cesena, p.124-126. 2000.

TAGLIAVINI, M.; SCANDELLARI, F. Methodologies and concepts in the study of nutrient uptake requirements and partitioning in fruit trees. *Acta Horticulturae*, v.984, p.47-56, 2013. DOI: 10.17660/ActaHortic.2013.984.3.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 918p.

TAYLOR, S.A.; ASHCROFT, G.L. **Physical edaphology:** The physics of irrigated and nonirrigated soils. San Francisco, W.H. Freeman, 1972. 532p.

TEBALDI, F.L.H.; SILVA, J.F.C. da; VASQUEZ, H.M.; THIEBAUT, J.T.L. **Composição mineral das pastagens das regiões norte e noroeste do Estado do Rio de Janeiro:** Matéria orgânica, alumínio e pH dos solos. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v. 29, n. 2, p. 382-386, 2000.

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. **Análise de solo, plantas e outros materiais.** 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul., 174p. (Boletim Técnico, 5). 1995.

THORP, T.G.; BIELESKI, R.L. **Feijoa:** origins, cultivation and uses. Auckland: David Bateman, 87p. 2002.

TOBIAS, R.B.; CONWAY, W.S.; SAMS, C.E.; GROSS, K.C.; WHITAKER, B.D. **Cell wall composition of calcium-treated apples inoculated with Botrytis cinerea.** Phytochemistry, v.32, p.35-39, 1993.

VOMOCIL, J.A.; FLOCKER, W.J. **Effect of soil compaction on storage and movement of soil, air and water.** Transactions of the American Society of Agricultural Engineers, 4:242-246, 1966.

ZIMMERMANN, C.E.; ORTH, A.I. **Avifauna explorando as flores da goiabeira serrana Accasellowiana (Berg) Burret em São Joaquim, Santa Catarina;** In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 50. 1999, Blumenau, SC. Anais Blumenau: SBB, 1999. p.218.

APÊNDICES

APÊNDICE A - Granulometria do solo, na camada de 0-20 cm, em associação de Neossolo Litólico e Cambissolo Húmico, em plantios de goiabeira serrana no município de São Joaquim/SC.

Área		Areia	Argila	Silte
		g kg ⁻¹		
Postinho	Média	356	505	139
	DP	86	81	41
	Mín	219	316	80
	Máx	519	612	190
	IC	53	51	25
	CV (%)	24	16	29
Gabriel	Média	285	483	232
	DP	74	71	114
	Mín	190	345	119
	Máx	407	590	465
	IC	46	44	71
	CV (%)	26	15	49
Epagri 1	Média	237	585	178
	DP	42	75	72
	Mín	188	475	83
	Máx	340	693	296
	IC	26	46	45
	CV (%)	18	13	40
Epagri 2	Média	394	448	157
	DP	137	126	76
	Mín	257	236	67
	Máx	596	602	265
	IC	85	78	47
	CV (%)	35	28	48

DP: desvio padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo; IC: intervalo de confiança; CV (%): coeficiente de variação.

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

APÊNDICE B - Média das características físicas do solo, na camada de 0-10 cm em plantios de goiabeira serrana no município de São Joaquim/SC.

Área		Ds g cm ⁻³	PT	Micro	Macro -----m ³ m ⁻³ -----	Bio
	Média	0,80	0,69	0,49	0,20	0,11
Postinho	DP	0,12	0,04	0,02	0,04	0,05
	Mín	0,65	0,61	0,45	0,13	0,01
	Máx	1,06	0,75	0,52	0,27	0,20
	IC	0,07	0,02	0,01	0,03	0,03
	CV (%)	15	6	4	20	45
	Média	1,00	0,60	0,42	0,18	0,07
Gabriel	DP	0,04	0,03	0,06	0,05	0,02
	Mín	0,94	0,55	0,25	0,13	0,03
	Máx	1,08	0,64	0,46	0,30	0,10
	IC	0,02	0,02	0,04	0,03	0,01
	CV (%)	4	5	14	28	29
	Média	1,06	0,57	0,43	0,14	0,06
Epagri 1	DP	0,05	0,04	0,04	0,03	0,02
	Mín	0,97	0,47	0,33	0,10	0,03
	Máx	1,13	0,61	0,47	0,17	0,09
	IC	0,03	0,03	0,03	0,02	0,01
	CV (%)	5	7	9	21	33
	Média	0,92	0,65	0,53	0,12	0,05
Epagri 2	DP	0,06	0,05	0,03	0,02	0,02
	Mín	0,83	0,61	0,50	0,10	0,03
	Máx	1,01	0,79	0,62	0,15	0,09
	IC	0,04	0,03	0,02	0,01	0,01
	CV (%)	7	8	6	17	40

Ds: densidade do solo; PT: porosidade total; Micro: microporosidade; Macro: macroporosidade; Bio: bioporos; DP: desvio padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo; IC: intervalo de confiança CV (%): coeficiente de variação.

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

APÊNDICE C - Média das características físicas do solo, na camada 10-20 cm em plantios de goiabeira serrana no município de São Joaquim/SC.

Área		DS g cm ⁻³	PT	Micro	Macro m ³ m ⁻³	Bio
Postinho	Média	0,99	0,62	0,48	0,14	0,08
	DP	0,22	0,10	0,07	0,04	0,03
	Mín	0,78	0,40	0,31	0,09	0,03
	Máx	1,53	0,69	0,54	0,24	0,15
	IC	0,14	0,05	0,04	0,02	0,02
	CV (%)	22	16	15	29	38
Gabriel	Média	1,00	0,60	0,45	0,15	0,07
	DP	0,05	0,02	0,08	0,02	0,03
	Mín	0,93	0,57	0,24	0,10	0,03
	Máx	1,07	0,63	0,53	0,17	0,14
	IC	0,03	0,01	0,05	0,01	0,02
	CV (%)	5	3	18	13	43
Epagri 1	Média	1,11	0,56	0,43	0,13	0,06
	DP	0,10	0,04	0,03	0,03	0,02
	Mín	0,92	0,49	0,38	0,10	0,03
	Máx	1,29	0,63	0,46	0,19	0,10
	IC	0,06	0,03	0,02	0,02	0,01
	CV (%)	9	7	7	23	33
Epagri 2	Média	1,03	0,64	0,52	0,12	0,04
	DP	0,19	0,03	0,03	0,02	0,02
	Mín	0,87	0,60	0,50	0,10	0,01
	Máx	1,57	0,68	0,57	0,15	0,07
	IC	0,12	0,02	0,02	0,01	0,01
	CV (%)	18	5	6	17	50

Ds: densidade do solo; PT: porosidade total; Micro: microporosidade; Macro: macroporosidade; Bio: bioporos; DP: desvio padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo; IC: intervalo de confiança; CV (%): coeficiente de variação.

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

APÊNDICE D - Teores médios das características químicas do solo: pH em água, pH SMP, alumínio (Al), carbono orgânico total (C) e matéria orgânica (MO) na camada de 0-10 cm em plantios de goiabeira serrana no município de São Joaquim/SC.

Área		pH _{água}	pH _{SMP}	Al cmol _c kg ⁻¹	C g kg ⁻¹	MO
Postinho	Média	6,1	5,8	0,2	41	70
	DP	0,6	0,5	0,1	5	8
	Mín	5,1	4,9	0,1	32	55
	Máx	6,9	6,7	0,3	49	85
	IC	0,3	0,3	0	3	5
	CV (%)	9	9	28	12	12
Gabriel	Média	6	5,8	0,1	35	60
	DP	0,2	0,2	0,05	2	3
	Mín	5,7	5,5	0,1	33	56
	Máx	6,3	6	0,2	38	66
	IC	0,1	0,1	0,03	1	2
	CV (%)	3	3	38	5	5
Epagri 1	Média	5,5	5,2	0,2	28	48
	DP	0,2	0,2	0,1	3	5
	Mín	5,1	5	0,1	25	44
	Máx	5,9	5,6	0,5	36	61
	IC	0,1	0,1	0,1	2	3
	CV (%)	4	4	47	11	11
Epagri 2	Média	5,2	5	0,5	34	58
	DP	0,2	0,2	0,2	5	8
	Mín	5	4,8	0,4	28	48
	Máx	5,5	5,2	0,9	41	71
	IC	0,1	0,1	0,1	3	5
	CV (%)	4	4	34	14	14

DP: desvio padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo; IC: intervalo de confiança; CV (%): coeficiente de variação.

APÊNDICE E - Teores médios das características químicas do solo: cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio total (N), fósforo (P) e potássio (K), na camada de 0-10 cm em plantios de goiabeira serrana no município de São Joaquim/SC.

Área		Ca	Mg	N	P	K
		cmol _c kg ⁻¹	%	mg kg ⁻¹		
Postinho	Média	12	6,2	0,4	14,8	190,7
	DP	2,4	1,4	0,1	1,5	50,1
	Mín	8,6	3,1	0,3	11,5	126
	Máx	15,3	8,2	0,5	16,8	286,8
	IC	1,5	0,9	0,04	0,9	31,1
	CV (%)	20	23	15	10	26
Gabriel	Média	9,4	7,1	0,4	38,4	272,4
	DP	1,2	0,6	0,03	9,4	77,6
	Mín	8	6,1	0,4	21	170,4
	Máx	11,3	7,8	0,5	51,9	438,4
	IC	0,7	0,4	0,02	5,8	48,1
	CV (%)	13	9	6	25	29
Epagri 1	Média	8,4	5,7	0,5	20,7	137,7
	DP	1,4	0,8	0,04	7,5	34,5
	Mín	6,3	4,8	0,4	10,3	106
	Máx	10,3	7,2	0,5	32,3	211,2
	IC	0,9	0,5	0,02	4,7	21,4
	CV (%)	17	13	8	36	25
Epagri 2	Média	11,2	4,5	0,5	12,7	157,7
	DP	1,3	0,5	0,1	4,4	52,3
	Mín	9,2	3,7	0,4	6,2	109,6
	Máx	14	5,1	0,8	18,5	241
	IC	0,8	0,3	0,1	2,7	32,4
	CV (%)	12	10	20	34	33

DP: desvio padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo; IC: intervalo de confiança; CV (%): coeficiente de variação.

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

APÊNDICE F - Teores médios das características químicas do solo: pH em água, pH SMP, alumínio (Al), carbono orgânico total (C) e matéria orgânica (MO) na camada de 10-20 cm em plantios de goiabeira serrana no município de São Joaquim/SC.

Área		pH _{água}	pH _{SMP}	Al	C	MO
				cmol _c kg ⁻¹	g kg ⁻¹	
Postinho	Média	5,5	5,4	0,5	32	54
	DP	0,6	0,6	0,1	4	7
	Mín	4,6	4,5	0,3	27	47
	Máx	6,4	6,3	0,7	40	69
	IC	5,6	5,6	0,1	56	5
	CV (%)	11	11	27	12	12
Gabriel	Média	5,8	5,6	0,3	33	56
	DP	0,2	0,2	0,1	2	3
	Mín	5,5	5,4	0,2	30	51
	Máx	6,3	6	0,3	36	63
	IC	0,1	0,1	0,04	1	2
	CV (%)	4	4	24	6	6
Epagri 1	Média	5,6	5,4	0,4	27	46
	DP	0,3	0,2	0,1	3	4
	Mín	5,1	4,9	0,2	24	41
	Máx	6	5,7	0,5	32	56
	IC	0,2	0,1	0,1	2	3
	CV (%)	4	4	35	10	9
Epagri 2	Média	5,3	5,2	0,5	32	54
	DP	0,2	0,3	0,2	5	9
	Mín	5,1	4,8	0,4	25	43
	Máx	5,7	5,5	0,8	39	68
	IC	0,1	0,2	0,1	3	6
	CV (%)	4	5	33	17	17

DP: desvio padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo; IC: intervalo de confiança; CV (%): coeficiente de variação.

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

APÊNDICE G - Teores médios das características químicas do solo: cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio total (N), fósforo (P) e potássio (K) na camada de 10-20 cm em plantios de goiabeira serrana no município de São Joaquim/SC.

Área		Ca	Mg	N	P	K
		cmol _c kg ⁻¹	%		mg kg ⁻¹	
Postinho	Média	9,9	5,3	0,5	8,8	161,7
	DP	2,3	0,9	0,1	2,5	49,7
	Mín	6,8	4	0,2	3,9	110,8
	Máx	13,3	7	0,6	12,0	251,2
	IC	5,2	5,5	5,7	5,2	26,3
	CV (%)	24	17	22	29	31
Gabriel	Média	13,5	4,6	0,5	20,2	162,7
	DP	0,8	1,5	0,02	5,7	38,2
	Mín	12,3	3,5	0,4	8,5	119,2
	Máx	15,3	7,6	0,5	27,9	230
	IC	0,5	0,9	0,01	3,6	23,7
	CV (%)	6	33	6	28	24
Epagri 1	Média	11,8	3,6	0,5	12,62	120,4
	DP	1,2	0,6	0,03	3,75	19,6
	Mín	9,9	2,6	0,4	8,44	90
	Máx	14,1	4,4	0,5	20,45	162
	IC	0,7	0,4	0,02	2,33	12,1
	CV (%)	10	17	7	30	16
Epagri 2	Média	9,3	2,7	0,5	6,89	154,9
	DP	1,6	0,4	0,1	1,70	44,9
	Mín	6,6	2,1	0,3	4,00	109,6
	Máx	11,3	3,2	0,5	9,20	270,8
	IC	1	0,2	0,04	1,05	27,8
	CV (%)	17	14	15	25	29

DP: desvio padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo; IC: intervalo de confiança; CV (%): coeficiente de variação.

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

APÊNDICE H - Teores médios das características químicas do solo: manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn), na camada de 0-10 cm em plantios de goiabeira serrana no município de São Joaquim/SC.

Área		Mn	Fe	Cu	Zn
		mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹	----mg kg ⁻¹ ----	
Postinho	Média	94,47	1,2	2,56	2,67
	DP	28,86	0,3	0,75	0,66
	Mín	57,12	0,7	1,37	1,65
	Máx	140,00	1,7	3,69	4,24
	IC	17,89	0,2	0,47	0,41
	CV (%)	31	24	29	25
Gabriel	Média	24,49	0,9	0,94	2,34
	DP	5,08	0,2	0,15	0,49
	Mín	18,48	0,6	0,68	1,29
	Máx	36,56	1,2	1,21	2,90
	IC	3,15	0,1	0,09	0,31
	CV (%)	21	23	16	21
Epagri 1	Média	25,96	1,1	0,87	0,48
	DP	6,72	0,3	0,22	0,11
	Mín	17,68	0,7	0,50	0,24
	Máx	36,64	1,4	1,25	0,66
	IC	4,17	0,2	0,13	0,07
	CV (%)	26	25	25	23
Epagri 2	Média	66,35	1,2	2,16	0,89
	DP	11,24	0,3	0,64	0,27
	Mín	50,96	0,8	1,14	0,51
	Máx	82,4	1,6	2,90	1,5
	IC	6,97	0,2	0,40	0,17
	CV (%)	17	24	30	31

DP: desvio padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo; IC: intervalo de confiança; CV(%): coeficiente de variação.

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

APÊNDICE I - Teores médios das características químicas do solo: manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn), na camada de 10-20 cm em plantios de goiabeira serrana no município de São Joaquim/SC.

Área		Mn	Fe	Cu	Zn
		mg kg ⁻¹	g kg ⁻¹	----mg kg ⁻¹ ----	
Postinho	Média	133,78	1,3	1,99	1,32
	DP	42,11	0,3	0,51	0,4
	Mín	61,38	0,8	1,16	0,78
	Máx	201,76	1,7	2,67	2,23
	IC	21,98	0,2	5,62	5,65
	CV (%)	31	25	26	31
Gabriel	Média	23,48	0,9	0,62	1,3
	DP	5,93	0,3	0,18	0,48
	Mín	19,88	0,5	0,37	0,59
	Máx	39,6	1,5	0,88	2,29
	IC	3,68	0,2	0,11	0,3
	CV (%)	25	35	30	37
Epagri 1	Média	19,26	1,1	0,42	0,21
	DP	2,89	0,2	0,13	0,07
	Mín	16,16	0,6	0,32	0,11
	Máx	23,96	1,3	0,72	0,33
	IC	1,79	0,2	0,08	0,04
	CV (%)	15	23	30	34
Epagri 2	Média	28,53	1	0,49	0,37
	DP	5,74	0,3	0,17	0,10
	Mín	20,2	0,6	0,32	0,23
	Máx	36,08	1,5	0,81	0,55
	IC	3,56	0,2	0,1	0,06
	CV (%)	20	30	34	28

DP: desvio padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo; IC: intervalo de confiança; CV(%): coeficiente de variação.

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

APÊNDICE J – Teores médios de cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio(N), fósforo (P), potássio (K), (g kg⁻¹ massa seca), manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) (mg kg⁻¹ massa seca) nas folhas de goiabeira serrana, coletadas na safra 2014, no município de São Joaquim/SC.

Área		Ano 2014									
		Ca	Mg	N	P	K	Mn	Fe	Cu	Zn	
		-----g kg ⁻¹ -----					-----mg kg ⁻¹ -----				
Postinho	Média	5,44	3,14	20,48	1,18	4,91	125,57	153,24	6,34	86,28	
	DP	1,32	0,3	2,53	0,33	0,89	29,76	39,64	1,43	6,37	
	Mín	3,98	2,65	16,63	0,91	4,05	87,12	102	4,2	75,6	
	Máx	7,84	3,54	23,63	1,99	6,85	168	235,2	9,6	94,8	
	IC	0,82	0,19	1,57	0,21	0,55	18,44	24,57	0,89	3,95	
	CV (%)	24	10	12	28	18	24	26	23	7	
Gabriel	Média	6,63	2,35	31,36	1,24	5,85	162,15	94,56	33,62	61,68	
	DP	2,20	0,4	7,48	0,24	1,71	32,56	24,48	5,36	6,18	
	Mín	3,89	1,62	22,75	0,93	4,04	112,44	63,6	23,6	51,6	
	Máx	9,84	2,99	44,1	1,78	9,91	232,44	127,8	39	69	
	IC	1,36	0,25	4,64	0,15	1,06	20,18	15,17	3,32	3,83	
	CV (%)	33	17	24	19	29	20	26	16	10	
Epagri 1	Média	7	2,85	27,14	1,25	6,02	126,05	71,7	23,88	38,46	
	DP	2,34	0,36	8,21	0,1	1,06	45,2	11,8	9,76	4,1	
	Mín	3,44	2,41	15,75	1,05	4,55	74,88	54,6	13,6	33,6	
	Máx	10,62	3,41	44,98	1,35	7,3	205,26	100,8	44,8	43,8	
	IC	1,45	0,23	5,09	0,06	0,65	28,02	7,31	6,05	2,54	
	CV (%)	33	13	30	8	18	36	16	41	11	
Epagri 2	Média	7,48	2,57	24,73	1,15	6,14	203,36	74,1	13,12	44,04	
	DP	1,83	0,36	4,71	0,22	0,85	24,36	12,99	4,29	7,44	
	Mín	5,30	3,12	32,2	1,74	7,25	232,44	100,8	22,2	55,2	
	Máx	9,69	3,12	32,2	1,74	7,25	232,44	100,8	22,2	55,2	
	IC	1,13	0,22	2,92	0,14	0,53	15,1	8,05	2,66	4,61	
	CV (%)	24	14	19	19	14	12	18	33	17	

DP: desvio padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo; IC: intervalo de confiança; CV (%): coeficiente de variação.

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

APÊNDICE K – Teores médios de cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio(N), fósforo (P), potássio (K), (g kg⁻¹ massa seca), manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) (mg kg⁻¹ massa seca) nas folhas de goiabeira serrana, coletadas na safra 2015, no município de São Joaquim/SC.

Área		Ano 2015									
		Ca	Mg	N	P	K	Mn	Fe	Cu	Zn	
		-----g kg ⁻¹ -----					-----mg kg ⁻¹ -----				
Postinho	Média	7,51	5,94	11,13	0,97	5,63	340,63	139,69	15,85	51,42	
	DP	1,41	0,77	3,02	0,15	1,36	90,92	42,5	4,05	9,77	
	Mín	5,34	4,4	6,28	0,75	3,44	190,69	99,8	11,01	37,13	
	Máx	9,15	7,11	15,75	1,21	8,04	447,48	220,38	20,78	68,22	
	IC	0,87	0,48	1,87	0,09	0,84	56,35	26,34	2,51	6,06	
	CV (%)	19	13	27	15	24	27	30	26	19	
Gabriel	Média	6,39	5,46	20	1,2	4,18	74,01	80,14	58,44	17,34	
	DP	2,02	0,48	1,97	0,36	0,83	20,29	13,56	11,06	2,01	
	Mín	3,62	4,59	17,5	0,86	2,64	35,11	56,00	42,75	15,00	
	Máx	9,49	6,07	22,23	2,14	5,51	98,79	95,59	79,72	20,06	
	IC	1,25	0,3	1,22	0,22	0,51	12,57	8,41	6,86	1,25	
	CV (%)	32	9	10	30	20	27	17	19	12	
Epagri 1	Média	5,39	5,92	17,66	1,09	3,18	53,03	77,75	16,17	15,37	
	DP	1,24	0,87	2,18	0,14	0,76	18,34	15,71	7,76	2,36	
	Mín	3,64	4,44	13,48	0,8	2,09	25,35	54,3	6,86	10,98	
	Máx	7,5	7,63	21	1,36	4,36	92,32	109,19	29,94	18,89	
	IC	0,77	0,54	1,35	0,09	0,47	11,36	9,74	4,81	1,46	
	CV (%)	23	15	12	13	24	35	20	48	15	
Epagri 2	Média	4,42	4,29	18,6	1,02	3,85	138,13	82,44	48,28	18,01	
	DP	1,35	0,87	2,38	0,12	0,86	27,28	11,03	9,87	2,07	
	Mín	2,82	3,06	14,88	0,85	2,79	94,93	66,54	32,63	14,2	
	Máx	7,23	5,37	22,23	1,21	5,89	181,49	101,82	62,00	21,66	
	IC	0,84	0,54	1,48	0,07	0,54	16,91	6,83	6,12	1,28	
	CV (%)	31	20	13	12	22	20	13	20	12	

DP: desvio padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo; IC: intervalo de confiança; CV (%): coeficiente de variação.

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

APÊNDICE L – Teores médios de cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio(N), fósforo (P), potássio (K), (g kg⁻¹ massa seca), manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) (mg kg⁻¹ massa seca) nas folhas de goiabeira serrana, coletadas na safra 2016, no município de São Joaquim/SC.

		Ano 2016									
Área	Média	Ca	Mg	N	P	K	Mn	Fe	Cu	Zn	
		-----g/kg-----					-----mg/kg-----				
Postinho	Média	5,79	2,83	16,05	0,97	9,9	143,47	333,37	5,71	98,84	
	DP	1,29	0,33	3,81	0,20	1,35	39,34	66,69	1,16	11,03	
	Mín	3,53	2,36	6,83	0,75	8,18	90,18	225,12	4,3	80	
	Máx	7,65	3,30	19,78	1,43	12,2	186,06	404,24	7,57	112,38	
	IC	0,80	0,21	2,36	0,13	0,84	24,38	41,34	0,72	6,83	
	CV(%)	22	12	24	21	14	27	20	20	11	
Gabriel	Média	11,32	3,24	20,58	0,84	4,97	172,28	280,54	13,61	46,17	
	DP	1,83	0,26	1,48	0,06	1,05	40,46	33,16	3,25	3,34	
	Mín	9,23	2,73	17,85	0,75	3,86	104	228,42	8,62	42,82	
	Máx	14,9	3,66	22,93	0,91	7,58	229,68	315,24	17,88	54,48	
	IC	1,13	0,16	0,92	0,04	0,65	25,07	20,55	2,01	2,07	
	CV(%)	16	8	7	7	21	23	12	24	7	
Epagri 1	Média	8,04	2,92	21,09	0,97	5,75	144,36	188,45	25,62	39,8	
	DP	2,19	0,26	1,8	0,11	0,81	33,25	44,24	6,73	7,05	
	Mín	5,12	2,58	18,38	0,76	4,73	101,10	135,50	17,22	30	
	Máx	11,58	3,51	23,63	1,18	7,17	195,82	256,00	35,02	54,71	
	IC	1,36	0,16	1,12	0,07	0,5	20,61	27,42	4,17	4,37	
	CV(%)	27	9	9	11	14	23	23	26	18	
Epagri 2	Média	9,95	2,72	18,92	0,83	5,93	201,74	159,66	47,28	61,79	
	DP	2,21	0,23	1,57	0,05	1,16	17,85	25,09	10,87	4,67	
	Mín	6,54	2,31	15,58	0,73	3,21	179,22	123,59	31,88	53,18	
	Máx	13,93	3,11	20,48	0,87	7,09	226,98	196,63	63,46	66,24	
	IC	1,37	0,14	0,97	0,03	0,72	11,06	15,55	6,73	2,9	
	CV(%)	22	8	8	6	20	9	16	23	8	

DP: desvio padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo; IC: intervalo de confiança; CV (%): coeficiente de variação.

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

APÊNDICE K - Teores médios de cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), (g kg⁻¹ massa fresca), manganês (Mn), ferro(Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) (mg kg⁻¹ massa fresca) na casca dos frutos de goiabeira serrana, coletadas na safra de 2014,no município de São Joaquim/SC.

		Ano 2014									
Área		Ca	Mg	NT	P	K	Mn	Fe	Cu	Zn	
		-----g/kg-----				-----mg/kg-----					
Postinho	Média	0,35	0,46	4,85	0,13	1,71	3,54	16,64	2,36	4,5	
	DP	0,06	0,05	0,21	0,01	0,33	1,11	5,33	0,18	1,11	
	Mín	0,25	0,4	4,55	0,11	1	1,44	7,8	2	3	
	Máx	0,49	0,54	5,19	0,14	2,06	5,04	25,8	2,6	6,6	
	IC	0,04	0,03	0,13	0,01	0,2	0,69	3,31	0,11	0,69	
	CV (%)	18	12	4	8	19	31	32	8	25	
Gabriel	Média	0,4	0,32	6,87	0,14	1,47	0,46	18,66	2,16	3,9	
	DP	0,09	0,10	0,48	0,01	0,36	0,08	4,62	0,21	1,24	
	Mín	0,27	0,20	6,3	0,13	0,98	0,30	13,80	2	1,8	
	Máx	0,56	0,45	7,76	0,14	1,97	0,54	25,80	2,6	5,4	
	IC	0,05	0,06	0,3	0,006	0,22	0,05	2,86	0,13	0,77	
	CV (%)	22	30	7	4	24	17	25	10	32	
Epagri 1	Média	0,39	0,13	6,2	0,14	1,51	0,32	27,01	2,42	4,08	
	DP	0,08	0,04	0,85	0,01	0,25	0,11	6,87	0,27	1,35	
	Mín	0,34	0,09	4,73	0,13	0,92	0,12	19,80	2	2,4	
	Máx	0,58	0,22	7,7	0,15	1,85	0,48	39,20	2,8	6,6	
	IC	0,05	0,02	0,52	0,01	0,15	0,07	4,26	0,17	0,84	
	CV (%)	19	27	14	5	16	33	25	11	33	
Epagri 2	Média	0,37	0,11	5,99	0,13	1,37	2,15	18,02	2,3	3,88	
	DP	0,06	0,03	0,69	0,01	0,25	0,68	5,47	0,17	0,96	
	Mín	0,28	0,08	4,67	0,11	0,7	1,08	10,20	2	2,99	
	Máx	0,46	0,15	7,35	0,14	1,64	3,30	26,00	2,4	5,23	
	IC	0,04	0,02	0,43	0,01	0,16	0,42	3,39	0,11	0,6	
	CV (%)	16	25	11	10	18	31	30	7	25	

DP: desvio padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo; IC: intervalo de confiança; CV (%): coeficiente de variação.

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

APÊNDICE L - Teores médios de cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), (g kg⁻¹ massa fresca), manganês (Mn), ferro(Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) (mg kg⁻¹ massa fresca) na casca dos frutos de goiabeira serrana, coletadas na safra de 2015, no município de São Joaquim/SC.

		Ano 2015									
Área		Ca	Mg	NT	P	K	Mn	Fe	Cu	Zn	
		-----g/kg-----					-----mg/kg-----				
Postinho	Média	0,63	0,1	4,08	0,28	1,51	1,87	8,38	5,87	2,80	
	DP	0,17	0,01	1,03	0,07	0,19	0,58	2,46	1,74	0,49	
	Mín	0,37	0,08	3,15	0,18	1,31	0,65	5,31	4,26	2,23	
	Máx	0,85	0,12	6,65	0,38	1,81	2,75	12,94	10,29	3,49	
	IC	0,11	0,01	0,64	0,04	0,12	0,36	1,53	1,08	0,30	
	CV (%)	27	15	25	23	13	31	29	30	17	
Gabriel	Média	0,66	0,08	5,15	0,27	1,68	0,8	8	5,51	2,91	
	DP	0,13	0,02	1,46	0,06	0,17	0,2	2,0	0,48	0,77	
	Mín	0,38	0,07	2,98	0,19	1,34	0,5	5,2	4,9	1,8	
	Máx	0,83	0,11	7,7	0,41	1,92	1,1	10,6	6,5	4	
	IC	0,08	0,01	0,91	0,04	0,11	0,1	1,3	0,3	0,47	
	CV (%)	20	18	28	23	10	22	26	9	26	
Epagri 1	Média	0,51	0,08	4,81	0,23	1,34	0,68	5,5	4,99	2,21	
	DP	0,12	0,02	1,16	0,05	0,21	0,13	1,2	0,52	0,50	
	Mín	0,39	0,06	3,50	0,13	1,01	0,41	3,9	4,31	1,50	
	Máx	0,74	0,14	7,35	0,30	1,79	0,85	6,9	5,95	3,14	
	IC	0,08	0,01	0,72	0,03	0,13	0,08	0,7	0,32	0,31	
	CV (%)	24	27	24	21	16	20	21	10	23	
Epagri 2	Média	0,49	0,07	4,17	0,27	1,59	1,02	4,8	5,62	2,71	
	DP	0,12	0,01	1,22	0,09	0,41	0,44	1,3	0,42	0,9	
	Mín	0,25	0,05	2,8	0,14	1,14	0,7	3,04	5,04	1,85	
	Máx	0,69	0,08	5,95	0,39	2,23	2,04	6,76	6,61	4,73	
	IC	0,08	0,01	0,76	0,06	0,26	0,27	0,81	0,26	0,56	
	CV (%)	24	15	29	34	26	43	27	8	33	

DP: desvio padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo; IC: intervalo de confiança; CV (%): coeficiente de variação.

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

APÊNDICE M - Teores médios de cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), (g kg⁻¹ massa fresca), manganês (Mn), ferro(Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) (mg kg⁻¹ massa fresca) na casca dos frutos de goiabeira serrana, coletadas na safra de 2016, no município de São Joaquim/SC.

		Ano 2016									
Área		Ca	Mg	N	P	K	Mn	Fe	Cu	Zn	
		-----g/kg-----					-----mg/kg-----				
Postinho	Média	0,56	0,18	5,5	0,23	2,01	0,87	7,15	0,54	1,97	
	DP	0,1	0,04	1,33	0,06	0,31	0,16	1,86	0,16	0,34	
	Mín	0,45	0,1	3,33	0,16	1,48	0,60	4,74	0,37	1,44	
	Máx	0,78	0,22	6,83	0,34	2,42	1,16	10,68	0,89	2,51	
	IC	0,06	0,02	0,83	0,04	0,19	0,10	1,16	0,10	0,21	
	CV(%)	17	20	24	26	15	18	26	30	17	
Gabriel	Média	0,56	0,21	5,76	0,25	2,12	0,27	8,76	0,34	2,35	
	DP	0,07	0,02	1,77	0,06	0,11	0,07	1,36	0,1	0,3	
	Mín	0,47	0,18	3,33	0,19	1,96	0,17	7,22	0,22	1,81	
	Máx	0,68	0,24	8,4	0,35	2,28	0,39	11,25	0,53	2,74	
	IC	0,05	0,01	1,1	0,03	0,07	0,04	0,84	0,06	0,18	
	CV(%)	13	9	31	22	5	27	16	31	13	
Epagri 1	Média	0,64	0,13	4,99	0,19	1,7	0,14	7,06	0,25	1,42	
	DP	0,12	0,02	1,09	0,02	0,19	0,03	1,53	0,07	0,4	
	Mín	0,43	0,09	3,85	0,17	1,41	0,10	5,37	0,18	1,05	
	Máx	0,83	0,16	6,65	0,23	2,08	0,20	10,34	0,39	2,23	
	IC	0,07	0,01	0,67	0,01	0,12	0,02	0,95	0,04	0,25	
	CV(%)	18	18	22	10	11	23	22	26	28	
Epagri 2	Média	0,56	0,12	5,88	0,41	1,78	0,65	9,91	0,28	2,24	
	DP	0,07	0,02	1,59	0,12	0,27	0,21	3,16	0,06	0,74	
	Mín	0,44	0,09	3,15	0,32	1,46	0,35	8,13	0,21	1,31	
	Máx	0,66	0,16	7,88	0,67	2,16	1,02	18,58	0,40	3,41	
	IC	0,04	0,01	0,99	0,07	0,17	0,13	1,96	0,04	0,46	
	CV(%)	12	16	27	28	15	33	32	22	33	

DP: desvio padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo; IC: intervalo de confiança; CV (%): coeficiente de variação.

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

APÊNDICE N - Teores médios de cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio total (N), fósforo (P), potássio (K), (g kg⁻¹ massa fresca), manganês (Mn), ferro(Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) (g kg⁻¹ massa fresca) na polpa dos frutos de goiabeira serrana, coletadas na safra 2015, no município de São Joaquim/SC.

		Ano 2015									
Área		Ca	Mg	N	P	K	Mn	Fe	Cu	Zn	
		-----g/kg-----					-----mg/kg-----				
Postinho	Média	0,85	0,12	2,52	0,37	0,87	1,93	11,91	3,07	5,02	
	DP	0,20	0,03	0,68	0,08	0,10	0,49	2,83	0,65	0,82	
	Mín	0,56	0,08	1,58	0,27	0,71	1,37	8,31	2,18	3,54	
	Máx	1,03	0,17	3,68	0,51	0,99	2,60	16,96	3,89	5,85	
	IC	0,13	0,02	0,42	0,05	0,06	0,30	1,75	0,40	0,51	
	CV(%)	24	27	27	20	11	25	24	21	16	
Gabriel	Média	0,56	0,15	2,98	0,35	0,81	0,84	12,36	8,09	4,20	
	DP	0,16	0,05	0,68	0,07	0,10	0,20	2,67	2,02	1,20	
	Mín	0,41	0,10	2,10	0,23	0,68	0,51	9,79	4,96	2,28	
	Máx	0,88	0,24	4,38	0,43	0,99	1,19	17,35	11,03	5,70	
	IC	0,10	0,03	0,42	0,05	0,06	0,12	1,65	1,25	0,75	
	CV(%)	28	33	23	21	12	24	22	25	29	
Epagri 1	Média	0,76	0,13	3,03	0,31	1,59	0,97	15,93	7,48	5,15	
	DP	0,15	0,02	0,65	0,07	0,35	0,29	2,94	2,05	1,52	
	Mín	0,56	0,1	1,93	0,21	0,92	0,70	9,75	5,21	2,95	
	Máx	0,93	0,16	4,03	0,45	2,15	1,51	18,50	11,17	7,57	
	IC	0,09	0,01	0,4	0,04	0,22	0,18	1,82	1,27	0,94	
	CV(%)	20	15	21	23	22	29	18	27	30	
Epagri 2	Média	0,70	0,10	4,74	0,33	1,61	0,95	7,79	7,55	4,26	
	DP	0,17	0,02	0,69	0,10	0,28	0,26	2,03	2,04	1,25	
	Mín	0,42	0,08	3,68	0,22	1,2	0,59	4,93	5,31	2,07	
	Máx	0,93	0,15	6,15	0,50	2,11	1,31	10,08	10,82	5,79	
	IC	0,11	0,01	0,43	0,06	0,17	0,16	1,26	1,26	0,77	
	CV(%)	25	19	14	30	17	27	26	27	29	

DP: desvio padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo; IC: intervalo de confiança; CV (%): coeficiente de variação.

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

APÊNDICE O - Teores médios de cálcio (Ca), magnésio (Mg), nitrogênio total (N), fósforo (P), potássio (K), (g kg⁻¹ massa fresca), manganês (Mn), ferro(Fe), cobre (Cu) e zinco (Zn) (g kg⁻¹ massa fresca) na polpa dos frutos de goiabeira serrana, coletadas na safra 2016, no município de São Joaquim/SC.

Área		Ano 2016									
		Ca	Mg	NT	P	K	Mn	Fe	Cu	Zn	
		-----g/kg-----					-----mg/kg-----				
Postinho	Média	1,13	0,2	5,41	0,25	1,66	0,42	6,68	0,56	1,94	
	DP	0,28	0,03	1,54	0,06	0,19	0,11	1,28	0,13	0,59	
	Mín	0,64	0,16	3,85	0,17	1,4	0,22	4,47	0,31	1,22	
	Máx	1,37	0,25	7,88	0,36	1,93	0,6	8,51	0,73	3,31	
	IC	0,18	0,02	0,95	0,04	0,12	0,07	0,79	0,08	0,37	
	CV (%)	25	14	28	24	11	25	19	23	30	
Gabriel	Média	0,68	0,22	4,95	0,27	1,72	0,42	7,98	0,84	2,66	
	DP	0,11	0,04	1,07	0,09	0,35	0,02	1,47	0,26	0,67	
	Mín	0,52	0,17	3,5	0,18	1,45	0,39	5,36	0,45	2,14	
	Máx	0,85	0,31	6,65	0,45	2,63	0,46	9,94	1,28	4,43	
	IC	0,07	0,03	0,67	0,06	0,22	0,01	0,91	0,16	0,42	
	CV (%)	16	20	22	34	20	6	18	30	25	
Epagri 1	Média	0,69	0,19	5,27	0,25	1,91	0,42	7,66	0,71	1,95	
	DP	0,19	0,03	1,28	0,07	0,15	0,04	1,01	0,2	0,23	
	Mín	0,43	0,15	3,85	0,19	1,71	0,36	6,57	0,35	1,69	
	Máx	0,95	0,24	7,53	0,41	2,13	0,49	9,7	1,11	2,47	
	IC	0,12	0,02	0,79	0,05	0,09	0,03	0,63	0,12	0,15	
	CV (%)	27	16	24	29	8	10	13	28	12	
Epagri 2	Média	1,04	0,19	4,88	0,36	1,46	0,38	9	0,55	1,99	
	DP	0,28	0,02	0,93	0,05	0,21	0,07	1,63	0,16	0,33	
	Mín	0,67	0,16	3,15	0,29	1,24	0,28	6,34	0,32	1,4	
	Máx	1,53	0,23	6,65	0,47	1,89	0,46	11,85	0,89	2,58	
	IC	0,17	0,02	0,58	0,03	0,13	0,04	1,01	0,1	0,2	
	CV (%)	27	12	19	14	14	18	18	29	16	

DP: desvio padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo; IC: intervalo de confiança; CV (%): coeficiente de variação.

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.

APÊNDICE P – Sólidos solúveis (SST%) e acidez titulável (AT%) nos frutos de goiabeira serrana coletados nas safras 2014, 2015 e 2016 em pomares localizados no município de São Joaquim/SC.

Área		Safra 2015		Safra 2016	
		SST ($^{\circ}$ Brix)	AT%	SST ($^{\circ}$ Brix)	AT%
Postinho	Média	9,8	1,70	10,7	3,16
	DP	1,2	0,33	0,9	0,96
	Mín	7,5	1,25	9,3	2,09
	Máx	11,5	2,18	12,5	4,64
	IC	0,7	0,21	0,5	0,60
	CV(%)	12	20	8	30
	Média	7,4	2,00	8,7	2,9
	DP	1,3	0,51	0,6	0,5
	Mín	5	1,27	7,4	2,1
Gabriel	Máx	9	2,82	9,5	3,6
	IC	0,8	0,32	0,4	0,3
	CV(%)	18	25	7	18
	Média	8,2	1,4	10,3	3,11
	DP	1	0,4	0,7	0,82
	Mín	6,2	0,9	8,8	2,01
Epagri 1	Máx	9,5	2	11	3,99
	IC	0,6	0,2	0,5	0,51
	CV(%)	12	25	7	26
	Média	9	2,3	9,8	3,73
	DP	0,7	0,52	1	0,94
	Mín	8	1,51	8,6	2,30
Epagri 2	Máx	10,5	3,38	11,7	4,96
	IC	0,4	0,32	0,6	0,58
	CV(%)	8	23	10	25

DP: desvio padrão; Mín: valor mínimo; Máx: valor máximo; IC: intervalo de confiança ; CV (%): coeficiente de variação.

Fonte: Elaborada pela autora, 2017.