

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Área de concentração em Fruticultura de Clima Temperado



Dissertação

**Crescimento e estado nutricional de seleção de araçazeiro em resposta a
aplicação de calcário e fósforo em pré-plantio**

Jorge Atílio Benati

Pelotas, 2019

JORGE ATÍLIO BENATI

Engenheiro Agrônomo

**CRESCIMENTO E ESTADO NUTRICIONAL DE SELEÇÃO DE ARAÇAZEIRO EM
RESPOSTA A APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E FÓSFORO EM PRÉ-PLANTIO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em ciências (área do conhecimento: Fruticultura de Clima Temperado).

Orientador: Prof. Dr. Flávio Gilberto Herter

Coorientadores: Dr. Gilberto Nava

Dr. Rodrigo Cezar Franzon

Pelotas, 2019

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas

Catálogo na Publicação

B456c Benati, Jorge Atílio

Crescimento e estado nutricional do araçazeiro em resposta a aplicação de calcário e fósforo em pré-plantio / Jorge Atílio Benati ; Flavio Gilberto Herter, orientador ; Gilberto Nava, Rodrigo Cezar Franzon, coorientadores. — Pelotas, 2019.

62 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2019.

1. *Psidium cattleianum* Sabine. 2. Fertilidade do solo.
3. Calagem. 4. Adubação fosfatada. I. Herter, Flavio Gilberto, orient. II. Nava, Gilberto, coorient. III. Franzon, Rodrigo Cezar, coorient. IV. Título.

CDD : 631.4

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Jorge Atílio Benati

**CRESCIMENTO E ESTADO NUTRICIONAL DE SELEÇÃO DE ARAÇAZEIRO EM
RESPOSTA A APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E FÓSFORO EM PRÉ-PLANTIO**

Banca examinadora:

Prof^ª. Dr^ª. Doralice Lobato de Oliveira
Fischer
(IFSul-Rio-Grandense, Campus Pelotas
Visconde da Graça)

Prof. Dr. Sidnei Deuner
(Departamento de Botânica, IB/UFPel)

Dr. Carlos Augusto Posser Silveira
(Pesquisador, Embrapa Clima
Temperado)

Prof. Dr. Robson Ryu Yamamoto
(Departamento acadêmico Lagoa do
Sino, UFSCar)

Aos meus pais, Maria e Jorge, pelo carinho e ensinamentos. Aos meus irmãos, Tanisa, Lucas e Felipe pelo apoio. A minha companheira Nátali Bagatini. A todos que me ajudaram.

Agradecimentos

À Deus.

Aos meus pais Jorge Roque Benati e Maria Levanir Ebrin Benati e da mesma forma aos meus irmãos Tanisa Fernanda Benati, Lucas José Benati e Felipe Constante Benati pelo amor e pelo apoio incondicional. Não tenho dúvidas que sem vocês este caminho seria bem mais complicado. Meus sinceros agradecimentos.

À minha amiga e namorada Nátali Bagatini pelo amor e companheirismo, por compreender momentos de tensão, angústia e ansiedade. Muito obrigado por todo suporte, paciência e amor concebido.

A meus tios Mari Secchi e Sergio Secchi por todo apoio durante o mestrado.

Ao Prof. Dr. Flávio Gilberto Herter pela orientação, oportunidade profissional e também pelos ensinamentos e confiança concedidas em mim.

Aos meus coorientadores Gilberto Nava e Rodrigo Franzon pelo apoio e conhecimentos transmitidos nestes anos de convivência. Agradeço por todas conversas e orientações.

A todos professores da pós-graduação em Agronomia pelos ensinamentos transmitidos.

Aos meus amigos, colegas e companheiros, Jeferson Tonin, Adrik Francis Richter, Felipe Staziaki, José Tobias Marks Machado, os quais pude dividir, muitos mais que a amizade, mas também momentos de descontração e aflição

A todos meus colegas de pós-graduação pela amizade e o convívio diariamente, experiências compartilhadas, conhecimentos transmitidos e pelo companheirismo nestes dois anos de convivência, em especial a Caroline Farias Barreto e Renan Navroski pelo auxílio nas atividades diárias.

Ao Grupo de Fruticultura da Embrapa Clima Temperado pela ajuda e contribuição para a realização desta pesquisa.

À Universidade Federal de Pelotas e a Embrapa Clima Temperado pela oportunidade e suporte que tornou possível as mais diversas formas o desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, à todos aqueles que contribuíram e que fizeram-se presentes desde a elaboração até a conclusão deste trabalho, ofereço meus sinceros agradecimentos. Muito obrigado!

“... A derrota existe para quem tem medo de insistir, pois poucos aceitam o fardo em um mundo que a maioria desiste dos sonhos, quando eles se tornam possíveis...”.

Resumo geral

BENATI, JORGE ATÍLIO. **Crescimento e estado nutricional do araçazeiro em resposta a aplicação de calcário e fósforo em pré-plantio**. 2019. 62f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2019.

O araçazeiro é uma espécie nativa do sul do Brasil e que apresenta potencial para exploração econômica. Sua fruta é de grande apreciação para consumo in natura e também oferece possibilidades para compor produtos da agroindústria. A carência de práticas culturais adequadas ao manejo desta cultura, dentre as quais destaca-se a recomendação de adubação ajustada para as condições de solo e clima onde o araçazeiro se adapta no Brasil, são fatores que contribuem para limitações na produtividade e na expansão da cultura. No Brasil, os solos de ocorrência do araçazeiro, em geral, apresentam elevada acidez e baixos teores de fósforo. Estes são considerados fatores limitantes para o desenvolvimento e produtividade da grande maioria das culturas, uma vez que, nessas condições, algumas atividades são limitadas ou restritas, como o crescimento radicular e a absorção de nutrientes. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a resposta de araçazeiros a calagem e adubação fosfatada em pré-plantio. O experimento foi conduzido nos anos de 2017 e 2018 na área experimental da Embrapa Clima Temperado, localizada no município de Pelotas/RS – Brasil. Os tratamentos foram arranajados em parcelas subdivididas num delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições. Nas parcelas principais foram dispostos quatro níveis de calagem: 0, 33, 66 e 100% da dose necessária para elevar o pH em água a 6,0, e nas subparcelas foram aplicadas quatro doses de fósforo (P): 0; 83,3; 166,6 e 250 kg ha⁻¹ de P₂O₅, onde a maior dose refere-se à quantidade de P₂O₅ (kg ha⁻¹) para elevar a disponibilidade de P à classe muito alto. Cada unidade experimental foi composta por quatro plantas, sendo as duas centrais consideradas como úteis para fins de avaliação. Durante os dois anos, foram avaliados parâmetros de crescimento das plantas: altura das plantas, perímetro de tronco e volume de copa, e no ano de 2018 analisou-se a qualidade química do solo e composição mineral foliar. Também, foram coletadas amostras de solo na camada de 0-20 cm para determinação dos teores de minerais. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando os efeitos foram significativos, foram ajustadas as equações de regressão pelo teste F (P≤0,05). Com exceção dos teores de boro (B) foliar, não houve interação entre os fatores estudados e tampouco o P alterou o crescimento das plantas, composição mineral das folhas, índice de clorofila, flavonoides ou índice de balanço do nitrogênio (NBI). No entanto, a calagem promoveu aumento dos teores foliares de cálcio (Ca) e magnésio (Mg). A adição de calcário e fósforo elevou a disponibilidade de Ca, Mg e P no solo.

Palavras-chave: *Psidium cattleianum* Sabine, fertilidade, calagem, adubação fosfatada.

Abstract

BENATI, JORGE ATÍLIO. **Growth and nutritional status of the araçazeiro in response to the application of limestone and phosphorus in pre-planting.** 2019. 62f. Dissertation - Graduate Program in Agronomy. Federal University of Pelotas, Pelotas, 2019.

Araçazeiro is a native species of Rio Grande do Sul and presents great potential for economic exploitation. Its fruit is of great appreciation for in natura consumption and also offers possibilities to compose agroindustrial products. The lack of adequate cultural practices to the management of this crop, in which the recommendation of fertilization adjusted to conditions of soil and climate where the araçazeiro is adapted in Brazil, are factors that contribute to productivity limitations and expansion. In Brazil, soils of araçazeiro occur, generally, have high acidity and low phosphorus levels. These are considered limiting factors for the development and productivity of vast majority of crops, since, under these conditions, some activities are limited or restricted, such as root growth and nutrient absorption. The aim of the present work was to evaluate the response of araçazeiros to liming and phosphate fertilization in pre-planting. The experiment was conducted in 2017 and 2018 in the Embrapa Clima Temperado experimental area, located in Pelotas / RS - Brazil. The treatments were arranged in subdivided plots in a randomized complete block design with three replicates. In the main plots the four liming levels were set: 0, 33, 66 and 100% of the required dose to raise the pH in water to 6.0 and in the 8 x 2.0 m subplots, four doses of phosphorus (P) were applied: 0; 83.3; 166.6 and 250 kg ha⁻¹ of P₂O₅, where the highest dose refers to the amount of P₂O₅ (kg ha⁻¹) to raise the availability of P to the very high class. Each experimental unit was composed of four plants, the two plants being considered as useful for evaluation purposes. During two years, plant growth parameters were evaluated and in 2018 chemical quality of the soil and leaf mineral composition were analyzed. Also, soil samples were collected in the 0-20 cm layer to determine mineral contents. The data were submitted to analysis of variance and when the effects were significant, the regression equations were adjusted by the F test ($P \leq 0,05$). With the exception of boron (B) levels, there was no interaction between the factors studied and neither P altered growth, leaf mineral composition, chlorophyll index, flavonoids or NBI. However, liming increased foliar contents of calcium (Ca) and magnesium (Mg). The addition of limestone and phosphorus increased availability of Ca, Mg and P in the soil.

Key words: *Psidium cattleianum* Sabine, fertility, liming, phosphate fertilization.

Lista de figuras

Artigo 1

- Figura 1. Precipitação mensal em mm no local do experimento nos anos de 2017 e 2018, Embrapa Clima Temperado, no município de Pelotas, RS55
- Figura 2. Temperaturas mensais médias em °C (b) no local do experimento nos anos de 2017 e 2018, Embrapa Clima Temperado, no município de Pelotas, RS.....56
- Figura 3. Teores de cálcio e magnésio disponíveis no solo em resposta à aplicação de doses de calcário em araçazeiro, 2018, Pelotas-RS57
- Figura 4. Teores de fósforo disponíveis no solo em resposta à aplicação de doses de P_2O_5 em araçazeiro, 2018, Pelotas-RS58
- Figura 5. Teores minerais de cálcio e magnésio em folhas de araçazeiro em resposta à aplicação de doses de P_2O_5 , 2018, Pelotas-RS59
- Figura 6. Composição mineral de manganês em folhas de araçazeiro em resposta à aplicação de doses de calcário, 2018, Pelotas-RS60

Lista de tabelas

Artigo 1

- Tabela 1. Teores de potássio, fósforo, cálcio e magnésio disponível no solo em resposta à aplicação de doses de calcário e fósforo incorporado ao solo antes do plantio das mudas de *Psidium cattleianum* Sabine, 201851
- Tabela 2. Teor de Al, pH e MO no solo em resposta à aplicação de doses de calcário e fósforo incorporado ao solo antes do plantio das mudas de *Psidium cattleianum* Sabine, 2018.51
- Tabela 3. Perímetro de tronco, altura de plantas e volume de copa, em plantas de *Psidium cattleianum* Sabine em resposta à aplicação de doses de calcário incorporado ao solo antes do plantio das mudas, 2017 e 2018.52
- Tabela 4. Perímetro de tronco, altura de plantas e volume de copa, em plantas de *Psidium cattleianum* Sabine em resposta à aplicação de doses de P₂O₅ incorporado ao solo antes do plantio das mudas, 2017 e 2018.52
- Tabela 5. Teores de N, P, K, Ca e Mg nas folhas de *Psidium cattleianum* Sabine em resposta à aplicação de doses de calcário e P₂O₅ incorporado ao solo antes do plantio das mudas, 2018.53

- Tabela 6. Teores de Cu, Fe, Mn e Zn nas folhas de *Psidium cattleianum* Sabine em resposta à aplicação de doses de calcário e P_2O_5 incorporado ao solo antes do plantio das mudas, 2018.
.....53
- Tabela 7. Teores de B nas folhas de *Psidium cattleianum* Sabine em função das doses de calcário e P_2O_5 incorporado ao solo antes do plantio das mudas, 2018.
.....53
- Tabela 8. Índice de clorofila, Índice de flavonóides e índice de balanço do nitrogênio (NBI) nas folhas de *Psidium cattleianum* Sabine em resposta à aplicação de doses de calcário e fósforo incorporado ao solo antes do plantio das mudas em 2018.
.....54

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	15
2 PROJETO DE PESQUISA	17
2.1 IDENTIFICAÇÃO	17
2.2.1 TÍTULO.....	17
2.2.2 EQUIPE.....	17
2.2.3 INSTITUIÇÃO.....	18
2.3 INTRODUÇÃO	18
2.4 OBJETIVOS.....	19
2.4.1 OBJETIVO GERAL.....	19
2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
2.5 HIPÓTESE	19
2.6 JUSTIFICATIVAS.....	19
2.7 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.7.1 A CULTURA DO ARAÇAZEIRO.....	20
2.7.2 CARACTERÍSTICA DO FÓSFORO E CALCÁRIO NO SOLO.....	22
2.7.3 FÓSFORO NA PLANTA, FUNÇÕES E CARACTERÍSTICAS	25
2.8 METODOLOGIA	27
2.9 RESULTADOS ESPERADOS.....	28
2.10 CRONOGRAMA DE ATIVIDADES	30
2.11. RECURSOS NECESSÁRIOS.....	31
2.12 REFERÊNCIAS.....	32
3 RELATÓRIO DO TRABALHO	36
4. ARTIGO DESENVOLVIDO	37
4.1 ARTIGO 1. CRESCIMENTO E ESTADO NUTRICIONAL DE SELEÇÃO DE ARAÇAZEIRO EM RESPOSTA A APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E FÓSFORO EM PRÉ-PLANTIO	38
Crescimento e estado nutricional de seleção de araçazeiro em resposta a aplicação de calcário e fósforo em pré-plantio.....	39
Introdução.....	40
Materiais e Métodos.....	41
Resultados e Discussão.....	43
Conclusões.....	48

Agradecimentos.....	48
Referências.....	48
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
6 REFERÊNCIAS (INTRODUÇÃO GERAL)	62

1 INTRODUÇÃO GERAL

Diversas fruteiras nativas do Sul do Brasil apresentam potencial para uso em pomares comerciais. Dentre elas, destacam-se principalmente as da família Myrtaceae, como a pitangueira (*Eugenia uniflora*), cerejeira-do-mato (*Eugenia involucrata* DC.), uvalheira (*Eugenia pyriformis*), guabirobeira (*Campomanesia xantocarpa*) e o araçazeiro (*Psidium cattleianum*). Essas fruteiras podem ser exploradas comercialmente, visando à diversificação da produção e do consumo de frutas. Além da possibilidade do consumo in natura, elas podem ser transformadas em subprodutos pela agroindústria alimentícia e farmacêutica (BEZERRA et al., 2002).

A família Myrtaceae é uma das famílias botânicas mais abundantes em espécies ao redor do mundo. O araçazeiro amarelo (*Psidium cattleianum* Sabine.) é uma de suas espécies, sendo nativa da América do Sul, é muito abundante na região sul do Brasil (MARCHIORI; SOBRAL, 1997) e facilmente encontrada nas matas litorâneas de norte a sul do país (SOBRAL, 2015), podendo atingir até quatro metros de altura nestes ambientes (LEGRAND, 1968; LORENZI, 2002). No Rio Grande do Sul é bastante popular sendo amplamente encontrada em pomares domésticos em áreas urbanas e rurais (MARCHIORI; SOBRAL, 1997; LORENZI, 2015).

A planta é um arbusto bastante ramificado, perenifólia e de altura variável conforme o ambiente onde se desenvolve. Suas flores, de coloração brancoamareladas e aspecto delicado, são formadas de setembro a dezembro em ramos do ano e dão origem à frutos com alto teor de vitamina C e bastante apreciados in natura pela população em geral (FRANZON, 2009). Os araçás são pequenas bagas de formato globular com sépalas persistentes e pericarpo de coloração amarela ou vermelha; a polpa é bastante aromática e succulenta, com sabor doce-ácido. O período de maturação vai, geralmente, de janeiro a março (LORENZI, 2015).

Os solos de onde o araçazeiro é nativo, são naturalmente ácidos, possuindo elevada presença de óxidos de ferro e de alumínio, que podem quimiossorver o P e afetar a resposta das plantas à aplicação de fertilizantes fosfatados. Estima-se que apenas 5% a 25% do fósforo solúvel adicionado ao solo, por meio da adubação,

sejam aproveitados pela cultura que o recebeu, e que 95% a 75% dele sejam fixados ao solo (FALCÃO & SILVA, 2004).

A calagem pode reduzir a fixação de P no solo. Com o aumento do pH ocorre a hidrólise de minerais liberando íons fosfato na solução do solo, ocorrendo um aumento nas cargas negativas, resultando em maior repulsão eletrostática entre o fosfato e a superfície adsorvente (CAMARGO et al. 2010).

A acidez e a baixa disponibilidade de fósforo para as plantas estão entre as principais causas do inadequado desenvolvimento da maioria das culturas. Para corrigir a acidez do solo, pratica-se, mais comumente, a calagem, que consiste na incorporação de calcário para aumentar o pH a níveis mais adequados para o crescimento normal das plantas. Diversos trabalhos têm mostrado efeito positivo da calagem na formação de mudas de espécies nativas (SILVA et al. 2007; TUCCI et al. 2010). O fósforo tem grande importância no crescimento inicial das plantas por estar envolvido principalmente no processo de armazenamento e transferência de energia e seu requerimento depende, dentre outros fatores, da espécie cultivada (MARSCHNER, 2012).

A fim de viabilizar o interesse por um número maior de consumidores e propiciar a oferta do fruto, torna-se necessário a geração de conhecimento sobre o seu manejo fitotécnico, destacando-se a adubação e a calagem. Deste modo, estudos que verifiquem a influência da calagem e da adubação fosfatada em pré plantio, sobre o crescimento, composição química foliar, além de parâmetros de qualidade química do solo em araçazeiro, são de extrema importância para a expansão da cultura.

2 PROJETO DE PESQUISA

2.1 IDENTIFICAÇÃO

Nome: Jorge Atílio Benati

Orientador: Prof. Dr. Flavio Gilberto Herter

Coorientador: Pesq^o. Dr. Gilberto Nava

Coorientador: Pesq^o. Dr. Rodrigo Cezar Franzon

Departamento: Fitotecnia

Linha de Pesquisa: Nutrição de plantas Frutíferas

Titulação: Engenheiro Agrônomo

Período da Pesquisa: Início: 2017 - Término: 2019

Área de conhecimento: Ciências Agrárias

2.2.1 TÍTULO

Crescimento e estado nutricional de seleção de araçazeiro em resposta a aplicação de calcário e fósforo em pré-plantio.

2.2.2 EQUIPE

- Jorge Atílio Benati, Engenheiro Agrônomo, discente no Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Área de Concentração em Fruticultura de Clima Temperado, nível mestrado, bolsista CAPES, FAEM/UFPeL.
- Flavio Gilberto Herter, Professor Orientador, Dr. Departamento de Fitotecnia, FAEM / UFPeL.
- Gilberto Nava, Pesquisador Coorientador, Dr. Embrapa Clima Temperado, Pelotas – RS.
- Rodrigo Cezar Franzon, Pesquisador Coorientador, Dr. Embrapa Clima Temperado, Pelotas – RS.

2.2.3 INSTITUIÇÃO

Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel (FAEM), Departamento de Fitotecnia, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Fruticultura de Clima Temperado

2.3 INTRODUÇÃO

A fruticultura brasileira possui grande importância econômica, social e cultural. Fachinello et al., (2011), relatam que a fruticultura está presente em todos os estados brasileiros e, como atividade econômica, envolve mais de cinco milhões de pessoas que trabalham de forma direta e indireta no setor. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, com colheita em torno de 40 milhões de toneladas ao ano, contudo, com apenas 2% do comércio global do setor, o que demonstra o forte consumo interno e grande possibilidade de exportação, seja in natura ou processada (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2015).

Devido a vasta extensão territorial, o Brasil é um país com grande variabilidade de condições climatológicas e diversidade de solo, o que contribui para a riqueza da fauna e da flora. Cerca de 20% das espécies da biodiversidade mundial encontram-se em território brasileiro (CORADIN, SIMINSKI, REIS, 2011); aproximadamente 5 mil espécies vegetais são nativas do Rio Grande do Sul (BRACK; KNUPP; SOBRAL, 2007). As frutas nativas, apesar da grande diversidade, sua exploração se dá basicamente de forma extrativista, sendo que poucas são expressivas comercialmente, como por exemplo, o maracujá (*Passiflora edulis* Sims), o açaí (*Euterpe oleraceae* Mart.), a castanha de caju (*Anacardium occidentale* L.) e a goiaba (*Psidium guajava* L.) (VANIN, 2015), demonstrando que as frutas nativas representam grande potencial de exploração.

Dentre as frutas com potencial de mercado, tem-se o araçá (*Psidium* sp), fruta nativa da Amazônia, que vem despontando no mercado brasileiro, porém de forma bastante modesta. Esta fruta vem sendo avaliada quanto ao seu teor de nutrientes e aproveitamento em produtos alimentícios, como sucos, geleias e doces (VANIN, 2015).

Diante disso, muitas instituições de pesquisa como a EMBRAPA, além de entidades de extensão e desenvolvimento rural, buscam alternativas de renda para as propriedades rurais, visualizando o araçá com um grande potencial a ser explorado. Contudo, para uma melhor recomendação do cultivo é necessário o aporte de conhecimento do manejo da cultura, principalmente em relação à demanda de fertilizantes.

2.4 OBJETIVOS

2.4.1 OBJETIVO GERAL

Estudar a influência da aplicação de diferentes doses de calcário e fosforo em pré-plantio, no crescimento e desenvolvimento do araçazeiro.

2.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Identificar a dose ideal de calcário e fósforo em pré-plantio de araçazeiro.
- Identificar a influência da adubação fosfatada e da calagem na nutrição de plantas de araçazeiro.

2.5 HIPÓTESE

A aplicação de calcário e fósforo no solo em pré-plantio, favorece o crescimento inicial das plantas e a nutrição de plantas de araçazeiro.

2.6 JUSTIFICATIVAS

A região Sul do Brasil (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) é caracterizada por pequenas e médias propriedades rurais, em sua grande maioria composta da mão de obra familiar. A fruticultura pode ser uma alternativa para a pequena propriedade, onde, no Rio Grande do Sul representa uma atividade

importante no processo de diversificação da economia regional, na ampliação da renda agrícola e no combate ao desemprego e êxodo rural.

Dados publicados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) e obtidos no Censo Agropecuário de 2006, mostram que os estabelecimentos rurais pertencentes à agricultura familiar chegam a mais de 84%, sendo responsáveis por mais da metade dos alimentos consumidos no Brasil.

As frutas nativas apresentam uma alternativa extremamente viável para a diversificação da renda na propriedade familiar. O araçá é uma fruta de grande apreciação para consumo in natura e que também, como já citado anteriormente, oferece possibilidades para compor produtos da agroindústria como geleias, licores, sucos, barras de cereal, entre outros; evidenciando o potencial de utilização de espécies frutíferas nativas pelo agricultor familiar para agregar valor à produção.

No Brasil, os solos de ocorrência do araçazeiro, em geral possuem elevada acidez, teores altos de Al trocável e baixos níveis de fósforo (P) extraível. Evidenciando a carência de práticas culturais adequadas ao manejo da cultura, principalmente na recomendação de adubação de implantação, tornando-se assim necessário solucionar estas limitações e expandir seu cultivo.

Neste sentido, torna-se essencial desenvolver técnicas de manejo e tratamentos culturais a fim de disponibilizá-los para os agricultores, contribuindo para um acréscimo na rentabilidade e utilização racional dos recursos. Com isso, necessita-se saber se a calagem e a adubação fosfatada em pré-plantio do araçazeiro, influenciam no seu crescimento.

2.7 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.7.1 A CULTURA DO ARAÇAZEIRO

O araçazeiro é o termo que se refere às espécies nativas de *Psidium*, dentre as quais, pode-se destacar, a *P. cattleianum* Sab., *P. incanescens* Martius, *P. grandiflorum* Martius e *P. arboretum* Vell (RASEIRA & RASEIRA, 1996).

O *Psidium cattleianum* Sabine é conhecido popularmente como araçá-verdadeiro ou araçazeiro e apresenta extensa área de ocorrência na costa atlântica

brasileira, desde a Bahia até o Rio Grande do Sul, expandindo-se ainda até o nordeste do Uruguai. As árvores podem variar de 70 cm a 10,5 m de altura, de casca lisa escamosa e copa esparsa (ALMEIDA, 2011). As folhas são geralmente avermelhadas quando jovens e as flores branca-esverdeadas. Os frutos são bagas globosas, piriformes, ovoides ou achatadas, coroadas pelo cálice, de consistência semelhante ao epicarpo.

A espécie pode ser dividida em dois morfotipos, denominadas araçá amarelo e araçá vermelho (FETTER et al., 2010), portanto o mesocarpo pode possuir coloração branca amarelada ou avermelhada, mucilaginosas e aromáticas, contendo muitas sementes (RASEIRA et al., 2004; CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011).

Segundo RASEIRA & RASEIRA (1990), esta fruteira é uma das espécies nativas mais abundantes no Rio Grande do Sul, tendo grandes perspectivas de cultivo econômico. Devido a isto, pesquisadores da EMBRAPA- Clima Temperado, desenvolveram uma cultivar de araçá, batizada de Ya-cy (lua, em Tupi), que apresenta, além das características comuns da espécie, frutos com até 45 gramas de peso médio, contra 20 gramas dos araçazeiros nativos.

O araçazeiro possui várias características que o torna uma espécie com potencialidades de utilização comercial. As características mais importantes estão relacionadas com a frutificação e à baixa susceptibilidade a doenças e pragas, com exceção da mosca das frutas. Os frutos podem apresentar um teor de vitamina C quatro vezes maior do que os frutos cítricos, e possuir ótima aceitação para consumo "in natura" (NACHTIGAL; FACHINELLO, 1995).

Além da possibilidade de exploração para consumo dos frutos in natura, essas espécies podem ser exploradas pela agroindústria para sucos e para uso na fabricação de sorvetes, geleias, doces, licores e outros produtos (FRANZON et al., 2009). Hoje, a fabricação de doces e geleias, produzidos em pequenas unidades de base familiar é a principal forma de aproveitamento dos araçás nativos (ALMEIDA, 2011).

O araçá possui sabor doce e é suculento, possuindo muitos minerais como cálcio, fósforo e ferro (GIACOBBO et al., 2008). Apresenta teor de umidade de aproximadamente 86% e teor de açúcar satisfatório, estimado em 7% (CORADIN; SIMINSKI; REIS, 2011. RASEIRA et al., 2004). Quanto ao conteúdo de vitamina C ele pode ser superior que a de outros frutos cítricos e é levemente adstringente e ácido (GALHO et al., 2007).

A propagação do araçazeiro é realizada por sementes. Raseira & Raseira (1996), obtiveram taxas de germinação acima de 95%, e as sementes ficam viáveis por até um ano de armazenamento. Fachinello (1994) relata ainda que por se tratar de uma espécie com poucos estudos, é preferível utilizar a propagação por sementes, ainda mais, que o *P. cattleyanum*, apresenta pouca variabilidade genética, devido boa parte das sementes ser produzida sem fecundação (apomixia), ou seja, plantas com carga genética idêntica a planta mãe (DALL'AGNOL & SCHIFINO-WITTMANN, 2005).

A fim de viabilizar o consumo e propiciar a oferta do fruto, torna-se necessário a geração de conhecimento sobre o seu manejo fitotécnico, destacando-se a adubação. Possibilitando com que a cultura se torne uma alternativa interessante como fonte de renda aos produtores, além de difundi-lo em diversas regiões do país e do mundo.

2.7.2 CARACTERÍSTICA DO FÓSFORO E DO CALCÁRIO NO SOLO

A dinâmica do fósforo no solo está associada a fatores ambientais que controlam a atividade dos microrganismos, os quais imobilizam ou liberam os íons ortofosfatos, e às propriedades físico-químicas e mineralógicas do solo (RHEINHEIMER; COLPO; KAMINSKI, 2008).

Os teores de fósforo disponíveis em solo intemperizados são baixos, devido predomínio de formas inorgânicas de fosfato ligado a fração mineral em alta energia, e as formas orgânicas estabilizadas física e quimicamente. De acordo com maior ou menor grau de estabilidade destes compostos, são classificados como fosfatos lábeis e não-lábeis. A fração lábil corresponde ao conjunto de compostos fosfatados capazes de repor rapidamente a solução do solo quando ele é absorvido pelas plantas. Por isso, as frações mais lábeis do solo dependem do grau de intemperização do solo, mineralogia, teor de matéria orgânica, atividade biológica e da vegetação predominante (RHEINHEIMER; COLPO; KAMINSKI, 2008).

As reações que envolvem a transformação do fósforo da solução do solo em fósforo inorgânico na fase sólida são adsorção e precipitação. Para Sandim (2012), o fósforo no solo está desigualmente distribuído em cinco compartimentos: precipitado com alumínio, ferro ou cálcio, adsorvido aos óxidos de ferro e alumínio

da fração argila, em solução, na forma orgânica ou fazendo parte de compostos marcadamente insolúveis. Esta grande afinidade e relação do fósforo com o pH, cálcio, ferro, alumínio e argila determina sua disponibilidade. Deste modo, ao contrário dos demais nutrientes, a adubação com fósforo assume a particularidade de aplicar uma quantidade várias vezes maior do que aquela exigida pelas plantas, pois se torna necessário satisfazer a exigência do solo, saturando os componentes responsáveis pela fixação do mesmo (FURTINI NETO et al., 2001).

A reação de adsorção do íon fosfato aos colóides do solo está diretamente relacionada ao pH do mesmo, pois com a elevação do pH ocorre aumento da solubilidade dos fosfatos de ferro e alumínio e redução da adsorção do ânion fosfato a fase sólida do solo (SANDIM, 2012). Uma das principais características que influem na adsorção de P é a matéria orgânica, a qual interage com os óxidos de Al e Fe resultando em redução dos sítios de fixação, por causa do recobrimento da superfície desses óxidos por moléculas de ácidos húmicos, acético e málico, ou pela formação de compostos na solução do solo (CORRÊA; MAUAD; ROSOLEM, 2004). A adição de material orgânico em solos ácidos libera íons OH^- , o qual compete pelos sítios de adsorção com os íons fosfatos. Para Brito Neto (2011) os íons hidroxilas contribuem para elevar o pH, diminuindo assim a interação entre o fosfato com o ferro e o alumínio. Além disso, a mineralização da matéria orgânica libera SO_4^{2-} , que por sua vez, tem afinidade com o alumínio e o ferro, contribuindo também para liberar o fosfato para o meio. O autor afirma ainda que, o incremento de matéria orgânica, após resultar na liberação do fosfato no meio, o mesmo é solubilizado de formas não-lábeis pelos ácidos orgânicos liberados da decomposição da matéria orgânica, o que deixa o fósforo disponível.

O alumínio em concentração elevada, além de ser tóxico às plantas, interfere na disponibilidade dos nutrientes, principalmente na solubilidade do fosfato no solo, que tende a reagir com o alumínio solúvel, formando fosfatos de alumínio de baixa solubilidade em solos ácidos. De acordo com Lopes e Cox (1979), o processo de adsorção do fósforo pelos óxidos e hidróxidos de ferro e de alumínio é o principal fator envolvido na fixação do fósforo, mas do ponto de vista agrônômico prático, a porcentagem de argila dos solos é a variável mais adequada para estimar a capacidade de fixação de fósforo e/ou sua capacidade tampão de fosfato (CTP).

Quanto à interação com a argila, Gonçalves et al. (2011), analisando a interação fósforo/argila em planossolos da região Sul do RS, encontraram correlação

significativa entre o teor de argila e a capacidade máxima de adsorção de fósforo (CMAP), o que indica que à medida que aumenta a quantidade de argila os solos apresentam maior adsorção de fósforo. Estes resultados foram corroborados por Vilar et al. (2010), estudando a CMAP em solos subtropicais.

É necessário a utilização de práticas que aumentem a disponibilidade de P no solo. A elevação do pH do solo pela calagem, aumenta a concentração e atividade dos íons OH^- em solução, promovendo a precipitação de Fe e Al, reduzindo a precipitação de P-Fe e P-Al de baixa solubilidade. Ocorre também, a geração de cargas negativas pela desprotonação de hidroxilas expostas nas argilas e matéria orgânica, ocorrendo repulsão entre o fosfato e a superfície adsorvente (MCBRIDE, 1994 apud SOUZA, 2006). Assim, o manejo a que o solo é submetido, alterando os fatores envolvidos no processo, pode reduzir a adsorção de P no solo, aumentando a sua disponibilidade às plantas.

Diversos mecanismos são utilizados pelas plantas para aumentar a eficiência de absorção de fósforo. Existem espécies que possuem capacidade de solubilizá-lo mediante a exsudação de suas raízes, a qual contém ácidos orgânicos, e estes, por sua vez, agem na dissolução do colóide, aumentando o P na solução do solo (CHIEN & MENON, 1995). Outras estratégias também são eficientes, como as de caráter morfológico, que inclui o aumento da relação raiz/parte aérea, as mudanças na morfologia das raízes, o aumento de pelos radiculares e a associação com fungos micorrízicos (GATIBONI, 2003). Entretanto, a fitotoxidez do Al manifesta-se principalmente por meio da restrição no crescimento das raízes, com reflexos negativos na absorção, na translocação de nutrientes e na absorção de água (ERNANI; NASCIMENTO; CAMPOS, 2000). Segundo estes autores, o P é o nutriente mais afetado, pois possui pouca mobilidade no solo em direção as raízes, devido a absorção de P depender de um sistema radicular bem desenvolvido.

A solubilidade do Al diminui com a calagem e quando o pH do solo atinge valores superiores a 5,4 – 5,5, o Al^{3+} precipita completamente e deixa de prejudicar as plantas (ERNANI & ALMEIDA, 1986).

Com a aplicação de calcário, o Ca e Mg aumentam na solução do solo, em função desses dois cátions fazerem parte da composição química das moléculas do calcário aplicado (ERNANI, 2008). O autor afirma ainda, que com a calagem, ocorre um decréscimo na concentração do K na solução, decorrente do incremento na sua adsorção eletrostática, ocasionada pelo aumento das cargas elétricas negativas

provindas da elevação do pH do solo. Já a redução do Al trocável e do Al na solução do solo, é resultado de sua precipitação na forma de $Al(OH)_3$.

Existe uma grande relação da aplicação de calcário e fósforo no solo, fato este comprovado por Ernani et al., (2000), que encontraram interação significativa de doses de fósforo e calcário. Entretanto, é necessário que o P seja incorporado ao solo. Brunetto et al. (2015), avaliando a influência da aplicação de diferentes doses de fósforo em pomar de pereiras, concluíram que a aplicação aumentou o teor de nutrientes no solo, principalmente na camada 0-10 cm, devido ao fato do fósforo ser um elemento pouco móvel e por ser aplicado superficialmente, ou seja, sem incorporação, mas não afetou os componentes do rendimento e produtividade de frutos. O mesmo autor ressalta ainda, que era esperado um aumento nos componentes do rendimento, mas atribui esta ausência de resposta ao fato de que a absorção de água e nutrientes é feita pelas raízes mais novas e finas e estas podem estar em camadas mais profundas, as quais não sofreram influência da adubação.

Um fator importante a se considerar é a presença de organismos simbiontes no sistema radicular das plantas, mais especificamente os fungos micorrízicos, que são comuns da rizosfera e que se associam às raízes das plantas, incrementando a absorção nutricional e estimulando o seu crescimento (NUNES et al., 2011).

A associação de micorrizas com as raízes aumenta a absorção de fósforo por estender a área de absorção através das hifas dos fungos além da zona de esgotamento de fósforo a redor das raízes (TAIZ & ZEIGER, 2013). Em goiabeira serrana (*Acca sellowiana*), a associação com fungos micorrízicos aumentou a absorção de fósforo (NAVA et al., 2016).

Ressalta-se que devido à pouca mobilidade e a aplicação em superfície, perdas por lixiviação e escoamento superficial se tornam uma característica muito importante quanto aos seus danos ao meio ambiente, uma vez que o fósforo perdido pode contaminar rios e lagos e, em uma maior escala, levar a um processo de eutrofização destes. Esta preocupação é maior em relação ao fósforo na forma orgânica, pois este tem menor capacidade de adsorção aos colóides do solo, o que facilita sua lixiviação (EGHBAL et al., 1996; CHARDON et al., 1997).

2.7.3 FÓSFORO NA PLANTA, FUNÇÕES E CARACTERÍSTICAS

O fósforo requerido pelas plantas varia em cada espécie e do órgão analisado, de 0,1% a 0,5% na matéria seca. De maneira geral, sua exigência pelas plantas é menor que do N, K, Ca e Mg, igualando-se à do S (FAQUIN, 2005).

O fósforo é absorvido pelas plantas na forma de íons fosfato (H_3PO_4 , $H_2PO_4^-$ e principalmente HPO_4^{2-}) (KERBAUY, 2008). Geralmente, a concentração de fosfato nas células radiculares e na seiva do xilema é de 100 a 1.000 vezes maior do que a da solução do solo, demonstrando que a absorção de fosfato dá-se contra um alto gradiente de concentração, portanto, absorvido ativamente (com gasto de energia).

O transporte no xilema ocorre principalmente na forma tal como foi absorvido ($H_2PO_4^-$), podendo ainda aparecer na seiva do xilema como fosforil colina ou esteres de carboidrato. O fosfato é bastante móvel na planta sendo redistribuído com facilidade pelo floema, na forma de fosforil colina (FAQUIM, 2005).

A associação com micorrizas, aumentam a superfície absorvente e o volume de solo explorado pelo sistema radicular das plantas, visto que o fósforo se move no solo por difusão, promove maior absorção do $H_2PO_4^-$ (FAQUIM, 2005).

Após absorvido pelas raízes sua assimilação ocorre com a formação do ATP, a partir do ATP, o grupo fosfato pode ser transferido a muitos compostos diferentes de carbono nas células vegetais, desempenhando funções na planta relacionadas ao armazenamento e transporte de energia. Também, constitui compostos importantes nas células vegetais, como, açúcares-fosfato, intermediários na respiração e fotossíntese, em fosfolipídios que compõe as membranas vegetais, nucleotídeos usados no metabolismo energético das plantas, ácidos nucléicos, coenzimas, etc. Está também presente nas reações que envolvem ATP e NADPH (TAIZ & ZEIGER, 2013; MARSCHNER, 2012), fosforilação e desfosforilação de enzimas (KERBAUY, 2008) e transporte de carboidratos nas células das folhas (MARSCHNER, 2012). Embora o ATP seja o principal composto fosforilado rico em energia, a sua energia pode ser transferida para outras coenzimas, as quais diferem do ATP somente na base nitrogenada como, por exemplo, uridina trifosfato (UTP), guanossina trifosfato (GTP), citidina trifosfato (CTP), as quais são requeridas para a síntese de sacarose, celulose e fosfolipídeos, respectivamente. Todos estes nucleotídeos trifosfatos (ATP, UTP, GTP, CTP e TTP-tiamina trifosfato) também são envolvidos na síntese dos ácidos nucléicos, o ácido ribonucléico (RNA) e o desoxiribonucléico (DNA) (FAQUIM, 2005). Estes compostos indicam então, a grande importância do P para as plantas.

No que refere-se a fotossíntese, segundo Taiz & Zaiger (2013) o fósforo tem grande importância, podendo afetar a síntese de amido e sacarose. De acordo com Sage & Sharkey (1987) em regiões de baixa temperatura, a fotossíntese pode ser afetada pela disponibilidade de fosfato no cloroplasto. Quando as trioses-fosfato são movidas do cloroplasto para o citosol, uma quantidade de fosfato orgânico é absorvida via translocadores na membrana dos cloroplastos. Se a taxa de utilização de triose-fosfato no citosol diminuir, o ingresso de fosfatos no cloroplasto é inibido e a fotossíntese torna-se limitada por eles (GEIGER & SERVAITES, 1994).

Faquim (2005), afirma que nas sementes e frutos, o P é composto em fitatos (sais de Ca, Mg e K do ácido fitico = éster hexafosfórico ou inositol) e representam cerca de 50% do P total em sementes de leguminosas e de 60% a 70% em grãos de cereais; em tubérculos de batata, representam de 15% – 3%. Nos estágios iniciais de crescimento das plântulas, o embrião tem um alto requerimento de nutrientes minerais, incluindo o Mg (necessário para as reações de fosforilação e síntese protéica), o K (requerido para a expansão celular) e o P (para formação dos fosfolipídeos das membranas celulares e ácidos nucleicos).

O fósforo participa da formação das raízes, florescimento e maior frutificação, e quando da sua deficiência, há uma diminuição da produção, qualidade e senescência precoce das plantas (MALAVOLTA, 2006) e menor qualidade dos frutos (DECHEN & NACHTIGALI, 2007).

Como a dinâmica do P no solo e na é muito complexa, evidencia-se o fato de compreender o comportamento de cada cultura e suas variáveis respostas da interação com a aplicação de calcário, reduzindo perdas e melhorando sua disponibilidade no solo. Tendo em vista que a aplicação de calcário e fósforo no solo em pré-plantio, pode favorecer o crescimento inicial das plantas e a nutrição de plantas de araçazeiro.

2.8 METODOLOGIA

O trabalho será realizado na Embrapa Clima Temperado, Pelotas – RS, cuja localização geográfica é de: 31°40'47"S e 52°26'24"W; 60 m de altitude. A classificação do clima da região, conforme W. Köppen é do tipo "cfa" - clima subtropical úmido, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e verões quentes.

O pomar foi implantado em 2016, com a seleção de araçazeiro “118” oriunda do programa de melhoramento da unidade de pesquisa. O solo é classificado como Argissolo (STRECK et al., 2008). Antes da implantação do experimento, foi realizado as análises químico-físicas, as quais apresentaram os seguintes resultados: pH em água de 5,5; 4,4 mg dm⁻³ de P; 21 mg kg⁻¹ de; 0,6 mmol_c dm⁻³ de Ca; 1,0 mmol_c dm⁻³ de Mg; 9 g dm⁻³ de matéria orgânica e 140 g dm⁻³ de argila.

Os tratamentos serão arranjados em parcelas subdivididas num delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições. Os tratamentos alocados nas parcelas principais de 12,8 x 4,0 m foram quatro níveis de calagem: 0, 33, 66 e 100% da dose necessária para elevar o pH em água a 6,0 (doses correspondentes a 1,5, 3,0 e 4,5 Mg ha⁻¹ de calcário, respectivamente). O calcário utilizado foi do tipo dolomítico com PRNT de 60%. Nas subparcelas de 6,4 x 2,0 m foram aplicadas quatro doses de P: 0, 83,3, 166,6 e 250 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Cada subparcela corresponde a quatro plantas, sendo as duas centrais consideradas úteis.

As doses de calcário e fósforo à serem aplicadas durante o preparo da área, apenas na faixa de plantio (2 m de largura) e incorporadas à 20 cm de profundidade no solo. Em todas as parcelas foram aplicadas doses iguais de nitrogênio (N) e potássio (K), conforme recomendações da CQFS – RS/SC (2016).

Nos meses de Agosto de 2017 e Agosto de 2018 serão feitas as seguintes avaliações: perímetro de tronco, altura de planta e volume de copa. Também, será realizada no ano de 2018 a coleta de folhas completas (limbo + pecíolo) da parte média dos ramos do ano, nos diferentes lados das plantas, secas, moídas e preparadas para análise dos teores totais de macro e micronutrientes (CQFS – RS/SC, 2016). Após a colheita, conforme CQFS – RS/SC (2016) será realizada a coleta de solo nas camadas de 0-20 cm para determinação do teor de argila determinada pelo método da pipeta, pH em água determinado por meio de potenciometria, teores de macro e micronutrientes.

2.9 RESULTADOS ESPERADOS

Com o presente trabalho pretende-se determinar a influência da calagem e da adubação fosfatada no pré-plantio de araçazeiros em resposta as variáveis de crescimento, composição mineral das folhas.

Com base nos resultados alcançados poderão ser sugeridos ajustes das recomendações de calagem e fósforo em pomares de araçazeiros, tendo em vista que esta é uma cultura nativa e adaptada aos solos locais.

2.11. RECURSOS NECESSÁRIOS

Materiais de consumo				
Materiais	Und.	Qtd.	Custo unit. (R\$)	Custo total (R\$)
Ureia	sc	1	62,00	62,00
Cloreto de potássio	sc	1	89,00	89,00
Superfosfato triplo	sc	2	42,00	84,00
Calcário	-	-	100,00	100,00
Análises de solo	-	96	35,00	3.360,00
Análises foliar	-	48	25,00	1.200,00
Materiais de laboratório	-	-	-	250,00
Reagentes químicos	-	-	-	2.700,00
Material de escritório e expediente	-	-	-	250,00
Combustível	L	100	4,56	456,00
Diárias	-	10	187,00	1.870,00
Subtotal				10.421,00
Serviços de terceiros				
Publicação em artigo em periódicos	un.	4	1.200,00	4.320,00
Participação de eventos	un.	4	320,00	1.280,00
Subtotal				5.600,00
TOTAL				16.021,00

2.12 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA V. O. **Estudos em mirtáceas em quatro municípios do recôncavo da Bahia**. 2011. 92 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do 15 Recôncavo da Bahia e Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia, 2011.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA 2010. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2010.
- BRACK, P.; KINUPP, V. F.; SOBRAL, M. E.G. Levantamento preliminar de espécies frutíferas de árvores e arbustos nativos com uso atual ou potencial do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira Agroecologia**, v.2, n.1, 2007.
- BRITO NETO, J. F. Adsorção e disponibilidade de fósforo para o crescimento inicial de mamoneira em solos com diferentes classes texturais. 2011. (**Tese de Doutorado**). UNESP, Botucatu. 2011. 72p
- BRUNETTO, G., NAVA, G., AMBROSINI, V. G., COMIN, J. J., & KAMINSKI, J. The pear tree response to phosphorus and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Fruticultura**. 37.2, 507-516, 2015.
- CHIEN, S.H.; MENON, R.G. Factors affecting the agronomic effectiveness of phosphate rock for direct application. **Fertilizer Research**, v.41, p.227-234, 1995.
- CORADIN, L.; SIMINSKI, A.; REIS, A. **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro - região sul**. Ministério do Meio Ambiente, 2011.
- CORADIN, Lidio; SIMINSKI, Alexandre; REIS, Ademir. **Especies nativas da flora brasileira de valor economico atual ou potencial: plantas para o futuro - região sul**. Brasília: MMA, 2011.
- CORRÊA, Juliano Corulli; MAUAD, Munir; ROSOLEM, Ciro Antônio. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, p. 1231-1237, 2004.
- DALL'AGNOL, Miguel; SCHIFINO-WITTMANN, Maria. Apomixia, genética e melhoramento de plantas. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 11, n. 2, 2005.

DAMIANI, C., VILAS BOAS, E. V., ASQUIERI, E. R., LAGE, M. E., OLIVEIRA, R. A. DE, SILVA, F. A. DA, PINTO, D. M., RODRIGUES, L. J., SILVA, E. P. DA, PAULA, N. R. Characterization of fruits from the savanna: Araça (*Psidium guinnensis* Sw.) and Marolo (*Annona crassiflora* Mart). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, 3ª edição, 2011.

DECHEN, A. R.; NACHTIGALI, G. R. **Elementos requeridos à nutrição de plantas**. In: Fertilidade do Solo. (Org.). Viçosa, MG: sbcs, 2007. p. 92-132.

EGHBALL, B.; BINFORD, G. D.; BALTENSBERGER, D. D. Phosphorus movement and adsorption in soil receiving long-term manure and fertilizer application. **J. Environ. Qual.**, 25:1339-1343, 1996.

ERNANI, P. R. & ALMEIDA, J. A. Comparação de métodos analíticos para avaliar a necessidade de calcário dos solos do estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 10, 1986.

ERNANI, P. R. **Química do solo e disponibilidade de nutrientes**. O autor, Lages/SC, 2008.

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

FACHINELLO J. C.; PASA, M. S.; SCHMITZ, J. D.; BETEMPS, D. L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, Volume Especial, E. Out. 2011.

FAQUIN, Valdemar. **Nutrição mineral de plantas**. 2005.

FERREIRA DE SOUZA, Renato et al. Calagem e adubação orgânica: influência na adsorção de fósforo em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 6, 2006.

FERREIRA DE SOUZA, Renato et al. Calagem e adubação orgânica: influência na adsorção de fósforo em solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 6, 2006.

FETTER, Mariana R. et al. Propriedades funcionais de araçá-amarelo, araçá-vermelho (*Psidium cattleyanum* Sabine) e araçá-pera (*P. acutangulum* D.C.) cultivados em Pelotas/RS. **Brazilian Journal of Technology**, III SSA, novembro 2010.

FRANZON, R. C. et al. **Araças do gênero Psidium**: Principais espécies, ocorrência, descrição e usos. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, 2009. 48 p. 17

FRANZON, R.C. **Espécies de araçás nativos merecem maior atenção da pesquisa.** Grupo cultivar de publicações 3 dez. 2010.

FURTINI NETO, A. E. et al. **Fertilidade do solo.** Lavras: Ed. UFLA, 2001. 252 p

GALHO, Adriana S. et al. Composição química e respiração de crescimento em frutos de *Psidium cattleianum* sabine durante o ciclo de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal: São Paulo, v. 29, n. 1, p. 061-066, abril 2007.

GATIBONI, L.C. **Disponibilidade de formas de fósforo do solo às plantas.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 231p. 2003.

GEIGER, D. R.; SERVAITES, J. C. Diurnal regulation of photosynthetic carbon metabolism in C3 plants. Annu. **Rev. Plant. Physiol.** Plant Mol. Biol. 45: 235-256. 1994.

GIACOBBO, Clevison L. et al. Avaliação do teor de vitamina C em diferentes grupos de araçá-comum. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 14, n. 1, p. 155-159, jan./mar. 2008.

GONÇALVES, G. K.; MEURER, E. J.; BORTOLON, L.; GONÇALVES, D. R. N. Relação entre óxidos de ferro e de manganês e a sorção de fósforo em solos no Rio Grande do Sul. **R. Bras. Ci. Solo.** Campinas. v. 35, n. 5, p. 1633-1639. 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Agropecuário 2006.** Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: Agosto de 2017.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal.** 2ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008.

LOPES, A. S.; COX, F. R. Relação de características físicas, químicas e mineralógicas com fixação de fósforo em solos sob cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 3, p. 82-88, 1979.

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

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** 3.ed London: Elsevier, 2012. 643p.

NACHTIGAL, Jair C; FACHINELLO, José C. Efeito de substratos e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas de araçazeiro (*Psidium cattleianum* Sabine). **Revista Brasileira de agrociência**, v. 1, n. 1, jan./abr. 1995.

- NUNES, J. L. S.; SOUZA, P. V. D.; MARDIN, G. A. B.; FACHINELLO, J. C. Incremento no desenvolvimento do porta-enxerto de pessegueiro 'Okinawa', promovido por fungos micorrízicos arbusculares autóctones. **CERES**, v. 58, n. 2, 2015.
- RASEIRA, A.; RASEIRA, M.C.B. Fruteiras nativas de clima temperado. **HortiSul**, Pelotas, v.1, n.2,, 1990.
- RASEIRA, M. C. B.; RASEIRA, A. **Contribuição ao estudo do araçazeiro: Psidium cattleianum**. Pelotas: Embrapa-CPACT, 1996.
- RASEIRA, M. do C. B. et. al. **Espécies frutíferas nativas do Sul do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. (Embrapa Clima Temperado. Documento, 129).
- RHEINHEIMER DOS SANTOS, Danilo; COLPO GATIBONI, Luciano; KAMINSKI, João. Fatores que afetam a disponibilidade do fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, v. 38, n. 2, 2008.
- SAGE, R. F.; SHARKEY, T. D. The effect of temperature on the occurrence of O₂ and CO₂ intensive fotosynthesis in field grown plants. **Plant Physiol.** 84: 658-664, 1987.
- SANDIM, Aline da Silva. **Disponibilidade de fósforo em função da aplicação de calcário e silicatos em solos oxidicos**. 2012. xi, 99 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas de Botucatu, 2012.
- STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P.C. do; SCHNEIDER, P.; GIASSON, E.; PINTO, L.F.S. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. rev. e ampl. Porto Alegre: Emater/RS, 2008. 222p
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, p. 918, 2013.
- VANIN, C. R. **Araçá amarelo: atividade antioxidante, composição nutricional e aplicação em barra de cereais**. 2015. 117f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.
- VILAR, C. C., COSTA, A. C. S. D., HOEPERS, A., & SOUZA JUNIOR, I. G. D. Capacidade máxima de adsorção de fósforo relacionada a formas de ferro e alumínio em solos subtropicais. **R. Bras. Ci. Solo**, 34(1), 1059-1068. 2010.

3 RELATÓRIO DO TRABALHO

O início dos trabalhos ocorreu em Agosto de 2017, com as primeiras avaliações no pomar, conforme cada variável de estudo. As atividades realizadas no pomar no ano de 2017 foram: adubação (N), tutoramento das plantas e análise de perímetro de tronco, altura e volume de copa.

No ano de 2018, além destas análises, foram coletadas amostras de solo, folhas e medição de índice de clorofila, índice de flavonoides e balanço de nitrogênio. No mês de outubro de 2018, foram coletadas amostras de raízes dos tratamentos para análises de colonização micorrízica, todavia, estes dados não ficaram disponíveis em tempo, uma vez que as avaliações estão sendo feitas na Epagri – Lages/SC.

Em outubro de 2017, em conversa com o comitê de orientação, concluiu-se que era necessário mais variáveis para compor a dissertação. Através disso, em março de 2018 foram coletado frutos, extraídas as sementes e germinadas. Após a obtenção das mudas, foram elaborado mais dois experimentos, um de omissão de nutrientes e outro baseado no delineamento à campo, mas conduzido em vasos de 6 litros contendo solo e as doses de calcário e fósforo (cambissolo provindo de São Joaquim/SC). Contudo, devido ao inverno, as mudas levaram muito tempo para crescer e os experimentos só puderam ser instalados em dezembro de 2018.

4. ARTIGO DESENVOLVIDO

**4.1 ARTIGO 1. CRESCIMENTO E ESTADO NUTRICIONAL DE SELEÇÃO DE
ARAÇAZEIRO EM RESPOSTA A APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E FÓSFORO EM PRÉ-
PLANTIO**

Artigo a ser submetido para a Revista Brasileira de Fruticultura

Crescimento e estado nutricional de seleção de araçazeiro em resposta a aplicação de calcário e fósforo em pré-plantio

Jorge Atílio Benati¹; Renan Navroski²; Caroline Farias Barreto²; Flavio Gilberto Herter³; Gilberto Nava⁴ e Rodrigo Cezar Franzon⁴

Resumo: Com este estudo, teve-se por objetivo avaliar a resposta de uma seleção de araçazeiro a calagem e adubação fosfatada em pré-plantio. Os tratamentos consistiram em quatro níveis de calagem: 0, 1,5; 3,0 e 4,5 Mg ha⁻¹ da dose necessária para elevar o pH em água a 6,5, e quatro doses de fósforo (P): 0; 83,3; 166,6 e 250 kg ha⁻¹ de P₂O₅. Durante os dois anos, foram avaliados os parâmetros de crescimento das plantas e no ano de 2018 analisou-se a composição mineral foliar, índice de clorofila, índice de flavonoides, índice de balanço do nitrogênio (N). Também, foram coletadas amostras de solo na camada de 0-20 cm para determinação dos teores de minerais. Com exceção dos teores de boro (B) foliar, não houve interação entre os fatores estudados e tampouco o P alterou o crescimento da planta, composição mineral das folhas, índice de clorofila, índice de flavonoides e o índice de balanço do nitrogênio. No entanto, a calagem promoveu aumento dos teores foliares de cálcio (Ca) e magnésio (Mg). A adição de calcário elevou a disponibilidade de Ca e Mg no solo, bem como a adição de P aumentou os níveis deste elemento no solo.

Termos para indexação: *Psidium cattleianum* Sabine, fertilidade, calagem, adubação fosfatada.

Growth and nutritional status of araçazeiro selection in response to the application of limestone and phosphorus in preplant

Abstract: The objective of the study was to evaluate the response of araçazeiros to liming and phosphate fertilization in pre-planting. The treatments consisted of four liming levels: 0,

¹ Engenheiro Agrônomo, mestrando em Agronomia – Fruticultura de Clima Temperado na Universidade Federal de Pelotas. E-mail: jorgeatiliobenati@hotmail.com

² Engenheiro(a) Agrônomo(a), doutorando em Agronomia – Fruticultura de Clima Temperado na Universidade Federal de Pelotas. E-mail: navroski@outlook.com e carol_fariasb@hotmail.com

³ Engenheiro Agrônomo, Professor do Programa de Pós Graduação em Agronomia na Universidade Federal de Pelotas. E-mail: flavioherter@gmail.com

⁴ Engenheiro Agrônomo, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado. E-mail: gilberto.nava@embrapa.br e Rodrigo.franzon@embrapa.br

33, 66 and 100% of the required dose to raise the pH in water to 6.0, and in the subplots four doses of phosphorus (P) were applied: 83.3; 166.6 and 250 kg ha⁻¹ of P₂O₅. During the two years, the plant growth parameters were evaluated and in 2018, leaf mineral composition, chlorophyll index, flavonoid index and nitrogen balance index (N) were analyzed. Also, soil samples were collected in the 0-20 cm layer to determine the mineral contents. With the exception of leaf boron (B) levels, there was no interaction between the factors studied, neither the P altered growth, leaf mineral composition, chlorophyll index, flavonoid index and nitrogen balance index. However, calcium (Ca) and magnesium (Mg) contents in leafs were increased with lime applications. Limestone addition increased the availability of Ca and Mg in the soil, as well as the addition of P, increased soil P levels.

Index Terms: *Psidium cattleianum* Sabine, fertility, liming, phosphate fertilization.

Introdução

O araçazeiro ou araçá-verdadeiro (*Psidium cattleianum* Sabine), é considerado uma das espécies frutíferas nativas do sul do Brasil de grande interesse potencial e apresenta extensa área de ocorrência na costa atlântica brasileira, desde a Bahia até o nordeste do Uruguai (CASTRO; RASEIRA; FRANZON, 2004). Seus frutos podem apresentar alto teor de compostos fenólicos e também atividade antioxidante, além de possuir ótima aceitação para consumo in natura (DENARDIN et al., 2015). Algumas seleções de araçazeiros já produzem após um ano de plantio, atingindo produção de até 1,0 kg planta⁻¹, enquanto no segundo ano, a produtividade média pode atingir valores superiores a 2,0 kg planta⁻¹ (FRANZON, 2004).

A carência de práticas culturais adequadas ao manejo desta cultura, nas quais, destaca-se a recomendação de adubação ajustada para as condições de solo e clima onde o araçazeiro se adapta no Brasil, são fatores que contribuem para limitações na produtividade e na expansão da cultura.

No Brasil, os solos de ocorrência do araçazeiro, em geral, apresentam elevada acidez e baixos teores de fósforo. Estes são considerados fatores limitantes para o desenvolvimento e produtividade da grande maioria das culturas, uma vez que, nessas condições, algumas atividades são limitadas ou restritas, como o crescimento radicular e a absorção de nutrientes, devido a deficiências de nutrientes como fósforo (P), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e aos valores de pH ou toxicidade por alumínio (Al) e manganês (Mn)

60 (NDUWUMUREMYI, 2013; SILVA et al., 2014). Por isso, plantas nativas, comumente,
61 têm crescimento lento, baixa produtividade, além de apresentarem frutos desuniformes.
62 Uma das formas de melhorar esses parâmetros é através da calagem. Além de neutralizar o
63 Al e o Mn trocável do solo, a calagem propicia maior disponibilidade de Ca e Mg, aumenta
64 a disponibilidade de P, e também favorece a atividade microbiana do solo (SANTOS et al.,
65 2010).

66 A acidez e a baixa disponibilidade de P para as plantas estão entre as principais
67 causas do inadequado desenvolvimento da maioria das culturas. Devido à carência de
68 pesquisas dessa natureza para o araçazeiro, atualmente, sugerem-se adubações como aquelas
69 utilizadas para outras fruteiras temperadas (SANTOS et al., 2010). Entretanto, torna-se
70 essencial ajustar o manejo da adubação para o cultivo do araçazeiro, a fim de contribuir para
71 o acréscimo na produtividade e utilização racional dos recursos.

72 Pelo exposto, necessita-se saber a relação da calagem com a adubação fosfatada em
73 pré-plantio do araçazeiro. Com este trabalho, teve-se por objetivo verificar a influência da
74 calagem e da adubação fosfatada em pré-plantio, sobre a qualidade química do solo e sua
75 influência no crescimento, e nutrição de plantas de seleção de araçazeiro amarelo na região
76 de Pelotas-RS.

77 **Materiais e Métodos**

78 O trabalho foi realizado na Embrapa Clima Temperado, Pelotas – RS (31°40'47"S e
79 52°26'24"W; 60 m de altitude). A classificação do clima da região, conforme W. Köppen é
80 do tipo “cfa” - clima sub tropical úmido, ou seja, é temperado úmido com verões quentes
81 (ALVARES et al., 2013). As precipitações e temperaturas mensais médias (Figura 01 e 02)
82 foram obtidas de estação automática (Latitude 31° 42' S; Longitude 52° 24' W), localizada
83 na sede da Embrapa Clima Temperado.

84 O pomar foi implantado em Dezembro de 2016, com plantas provenientes da
85 “seleção 118” de araçazeiro amarelo, oriunda da coleção da Embrapa Clima Temperado. As
86 mudas foram adquiridas através da germinação de sementes coletadas de planta matriz em
87 Março de 2016 na própria unidade de pesquisa. Após a germinação, as plantas foram
88 transplantadas em recipientes de 0,8 litros contendo substrato comercial e mantidas em casa
89 de vegetação até o momento da implantação do pomar. O solo é classificado como
90 Argissolo (STRECK et al., 2008). Antes da implantação do experimento, foram realizadas
91 as análises químico-físicas, as quais apresentaram os seguintes resultados: índice SMP 6,4;

92 pH em água de 5,5; 4,4 mg dm⁻³ de P; 21 mg kg⁻¹ de K; 0,6 cmol_c dm⁻³ de Ca; 0,1 cmol_c dm⁻³
93 ³ de Mg; 30,0 mmol_c dm⁻³ de Al; 9 g dm⁻³ de matéria orgânica; 140 g dm⁻³ de argila;
94 CTC_{pH7,0} 3,6 cmol_c dm⁻³; saturação de alumínio 27,3 % e saturação de bases 22 %.

95 Os tratamentos foram arranjados em parcelas subdivididas, num delineamento
96 experimental de blocos ao acaso com três repetições.

97 As parcelas experimentais foram constituídas em 6 linhas de 64 metros de
98 comprimento, com espaçamento entre linhas de 4,6 metros, onde cada bloco foi composto
99 por duas linhas. Os tratamentos alocados nas parcelas principais, de 12,8 x 4,0 m, foram
100 constituídas de quatro níveis de calagem: 0; 33; 66 e 100% da dose necessária para elevar o
101 pH em água a 6,5 (doses correspondentes a 1,5, 3,0 e 4,5 Mg ha⁻¹ de calcário,
102 respectivamente). O calcário utilizado foi do tipo dolomítico com PRNT de 60%. Nas
103 subparcelas, de 6,4 x 2,0 m, foram aplicadas quatro doses de P: 0; 33; 66 e 100%, onde a
104 dose cheia refere-se à quantidade de P₂O₅ (kg ha⁻¹) para elevar a disponibilidade de P à
105 classe “muito alto” (doses correspondentes à: 83,3; 166,6 e 250 kg ha⁻¹ de P₂O₅). Cada
106 subparcela foi composta por quatro plantas, sendo somente as duas centrais consideradas
107 como úteis. Após o plantio, para fins de padronização, as plantas foram todas podadas a 45
108 cm de altura.

109 As doses de calcário e P foram aplicadas durante o preparo da área, apenas na faixa
110 de plantio (2 m de largura) e incorporadas ao solo por meio de uma sequência de operações
111 de aração e gradagem até a profundidade de 20 cm. Em todas as parcelas foram aplicadas
112 doses iguais de potássio (K), 120 kg ha⁻¹, conforme recomendação sugerida para fruteiras
113 (CQFS – RS/SC, 2016). Para a adubação nitrogenada, a partir do segundo ano de
114 implantação, foi aplicado 80 kg ha⁻¹ de N na forma de ureia, sendo parcelada em quatro
115 aplicações.

116 Nos períodos de Agosto de 2017 e Agosto de 2018, foram avaliados, com o auxílio
117 de paquímetro digital e trena métrica, os parâmetros de crescimento das plantas: perímetro
118 do tronco (mm), calculado à partir da diâmetro (Perímetro = diâmetro x π); altura das
119 plantas (cm) e volume de copa (m³) (estimado através da medida da altura da copa x largura
120 I da copa x largura II da copa).

121 Em Março de 2018, avaliou-se, com auxílio de um clorofilômetro (modelo Dualux
122 FORCE-A, Orsay, France), o índice de clorofila, o índice de flavonoides e o índice de
123 balanço do nitrogênio (NBI). A medição foi feita na parte mediana da folha, em 5 folhas em

124 cada planta útil por subparcela, entre 8 e 11 h, evitando leituras na nervura central. Em cada
125 folha, realizou-se uma leitura, a partir das quais foi calculada a média, a qual representou o
126 valor da subparcela.

127 Para a determinação dos teores foliares de macro e micronutrientes, em Março de
128 2018 foram coletadas amostras de 40 folhas, retiradas da porção mediana de ramos de
129 crescimento do ano e situados na altura média da planta. As folhas foram secas em estufa a
130 65 °C, até atingirem massa constante, e moídas. Subamostras de 0,5 g foram submetidas à
131 digestão ácida nitroperclórica com HClO₄ (1,0 ml) + HNO₃ (6,0 ml) a 190 °C, em bloco
132 digestor. No extrato foram determinadas as concentrações de P por espectrofotometria UV
133 (método vanadato-molibdato) e potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe),
134 manganês (Mn), zinco (Zn) e cobre (Cu) por espectrometria de absorção atômica em chama.
135 O boro (B) foi analisado após digestão das amostras por via seca em forno “mufla” a 550 °C
136 e determinado por colorimetria, utilizou-se o reagente azometina-H (TEDESCO et al.,
137 1995). O N foi determinado pelo método de combustão em Analisador Elementar TruSpec
138 CHN-S da marca LECO®, onde o N é quantificado com auxílio de uma célula de
139 condutividade térmica e os resultados são expressos em % de nitrogênio.

140 Na mesma data da amostragem das folhas também foi realizada a coleta de solo na
141 camada de 0-20 cm para fins de análise química, conforme metodologia relatada por
142 Tedesco et al (1995).

143 Os resultados foram submetidos à análise de variância e quando significativo pelo
144 teste $F \leq 5\%$, realizou-se análise de regressão para determinar os efeitos das doses de
145 calcário e P, bem como as possíveis interações entre esses fatores. As análises estatísticas
146 foram realizadas com o auxílio do software Sisvar 5.6 (FERREIRA, 2014).

147 **Resultados e Discussão**

148 Independente dos parâmetros químicos do solo analisados, não houve interação entre
149 as doses de calcário e P aplicadas. Contudo, os teores de Ca e de Mg no solo foram
150 influenciados positivamente pelos níveis de calagem (Tabela 01), passando de 1,10 para
151 2,36 cmol_c dm⁻³ de Ca e de 0,70 à 1,29 cmol_c dm⁻³ de Mg, apresentando em ambos os casos,
152 um aumento linear (Figura 03).

153 O fornecimento de cálcio e magnésio é uma vantagem adicional da aplicação dos
154 calcários dolomíticos, elevando as concentrações desses macronutrientes no solo e,

155 consequentemente, nas plantas frutíferas (NATALE et al., 2012). Todavia, os níveis de Ca
156 no solo, mesmo na maior dose de calcário utilizado, não atingiram teores considerados altos,
157 ou seja, níveis acima de $4,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$, conforme recomendações para os estados do Rio
158 Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS-RS/SC, 2016). A determinação da concentração de
159 cálcio no solo é um indicativo do potencial de crescimento do sistema radicular das plantas
160 frutíferas, especialmente nas fases de implantação e formação do pomar, e em situações em
161 que o Ca se encontra em quantidades pequenas no solo (NATALE et al., 2012). Para os
162 teores de Mg no solo, enquadraram-se na classe “alto” (acima de $1,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$),
163 considerada suficientes para um bom desenvolvimento das plantas (CQFS-RS/SC 2016).

164 Para a adubação fosfatada, os teores de P disponível na camada de 0-20 cm de solo
165 apresentaram um crescimento linear de acordo com as doses de P_2O_5 utilizadas (Figura 04).
166 Conforme as características do solo estudado, o manual de adubação e calagem (CQFS-
167 RS/SC, 2016) recomenda, em pré-plantio, a aplicação de P até atingir 60 mg dm^{-3} , referente
168 à classe de fertilidade “muito alto”. Todavia, a maior dose de P (250 kg ha^{-1}), não foi
169 suficiente para elevar aos níveis recomendados, resultando em $31,6 \text{ mg de P dm}^{-3}$. O P é um
170 dos elementos mais limitantes no solo em função de sua grande afinidade pelos sítios de
171 adsorção, resultando em uma baixa mobilidade deste nutriente (ERNANI, 2016) e, quanto
172 maior for a capacidade de adsorção do solo, maior a possibilidade de reduzir o teor de P
173 para as plantas (ALVES et al., 2003). Conseqüentemente, maiores doses de P_2O_5 serão
174 necessárias para manter o teor em quantidades adequadas (RIBEIRO et al., 2010). Assim,
175 deve-se considerar que, independente da resposta do araçazeiro nos primeiros anos de
176 plantio ao acréscimo dos níveis de P no solo, é importante que tal prática seja realizada pelo
177 menos três meses antes do plantio das mudas, elevando a disponibilidade de P a níveis altos
178 e aumentando assim sua mobilidade em direção das raízes. Com isso, a absorção fica menos
179 dependente da existência de um amplo sistema radicular (ERNANI, 2016).

180 Em relação aos parâmetros de crescimento analisados, não houve interação entre
181 doses de calcário e de P aplicadas, nos dois anos de avaliação, bem como não se verificou
182 diferença significativa entre as doses de calcário quando analisado isoladamente (Tabela
183 03). Resultados diferentes foram obtidos estudando doses de calcário no crescimento de
184 goiabeira (*Psidium guajava* L.) (SOUZA et al., 2009) e em goiabeira serrana (*Acca
185 sellowiana*) (NAVA et al. 2016), os quais observaram aumento do crescimento das plantas
186 em resposta a calagem. Todavia, em pH 4,45 (dose zero de calcário) o araçazeiro não teve

187 seu crescimento afetado, indicando que, embora a dose 100 % de calcário tenha elevado o
188 pH do solo à 5,65 (Tabela 02), esta fruteira não necessita de um pH tão alto para ter um bom
189 crescimento. Além disso, onde não houve aplicação de calcário, os teores de Al no solo
190 ($0,41 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$), não foram suficientes para afetar o crescimento das plantas.

191 Embora o araçazeiro não tenha respondido a calagem, em termos de crescimento
192 inicial das plantas, nos primeiros anos de implantação, esta é uma técnica imprescindível
193 nos cultivos comerciais, quando o pH do solo estiver abaixo de 5,5, preconizando a correção
194 da acidez do solo anteriormente ao plantio das mudas, podendo demonstrar efeitos positivos
195 na capacidade produtiva nos anos subsequentes, conforme os resultados encontrados por
196 Nava et al., (2016) em goiabeira serrana.

197 O Ca, provindo principalmente da calagem, é absorvido da solução do solo e
198 transportado até a parte aérea através do xilema, sendo demandado em maior quantidade nas
199 regiões meristemáticas das plantas (MARSCHNER, 2012; TAIZ & ZEIGER, 2017). Em
200 solos ácidos, geralmente há baixa disponibilidade desse nutriente, portanto, os teores de Ca
201 nos frutos podem não atingir níveis adequados, afetando a qualidade do fruto e sua
202 capacidade de armazenamento após a colheita, pois seu baixo conteúdo em órgãos de
203 reserva induz à alta permeabilidade da membrana, reduz a firmeza da polpa e permite a
204 difusão de solutos desses tecidos (CHITARRA & CHITARRA, 2006; MARSCHNER,
205 2012; AULAR & NATALE, 2013). Além disso, a antecedência de aplicação, distribuição e
206 a incorporação dos corretivos de acidez assume papel fundamental para culturas perenes
207 como as fruteiras, tendo em vista que a calagem antes da implantação do pomar é a última
208 oportunidade de incorporar eficientemente e em profundidade o corretivo (SOUZA et al.,
209 2009).

210 Os parâmetros de crescimento não demonstraram diferença entre as doses de P
211 (Tabela 04), corroborando com os resultados encontrados por Nava et. al (2016). Esses
212 resultados indicam que em solos semelhantes ao estudado, mesmo em níveis “baixos” de P
213 no solo, esse não é um limitante para o crescimento inicial do araçazeiro. Neilsen et al.
214 (2008), relatam que as fruteiras em geral respondem pouco ao P, tendo em vista que a
215 extração deste nutriente é relativamente inferior em relação às quantidades extraídas de
216 outros macronutrientes, como o N e o K. Além disso, se comparadas às culturas anuais, as
217 fruteiras dispõem de maior tempo para a absorção de nutrientes, favorecendo o acúmulo de

218 reservas (NAVA et al., 2016). Estudo subsequentes poderão indicar a necessidade ou não da
219 adubação fosfatada para a fase produtiva.

220 Para a nutrição das plantas, não houve interação entre doses de calcário e de P
221 aplicadas, nos teores foliares de N, P, K, Ca e Mg (Tabela 05). Para os teores de Ca e Mg
222 foliares, a calagem apresentou ajuste significativo ao modelo de regressão linear crescente
223 em função das doses de calcário (Figura 05). Tais resultados devem-se a utilização de
224 calcário dolomítico, o qual contém Ca e Mg em sua composição, logo, além de neutralizar a
225 acidez, aumenta a disponibilidade desses nutrientes na solução do solo, facilitando a
226 absorção dos mesmos pelas plantas (NAVA et al., 2016). O efeito positivo da calagem na
227 composição mineral das folhas é conhecido devido à absorção de Ca ocorrer apenas nas
228 partes mais novas e ainda não suberizadas das raízes (MARSCHNER, 2012), havendo assim
229 necessidade de absorção contínua desse nutriente para assegurar o desenvolvimento
230 adequado do sistema radicular (TAGLIAVINI & SCANDELLARI, 2013). Somente há
231 formação de raízes e folhas novas na presença do Ca no solo (TAIZ & ZEIGER, 2017).

232 A adubação fosfatada não afetou significativamente os teores minerais nas folhas de
233 araçazeiro. Um dos fatores que pode ter relação com a ausência de respostas do araçazeiro à
234 adubação fosfatada é a associação das raízes com fungos micorrízicos arbusculares (FMA),
235 tendo em vista que estes contribuem significativamente no aumento da absorção de P
236 (CARDOSO & KUYPER, 2006; NAVA et al., 2016). Portanto, os FMA podem ter
237 auxiliado na absorção de P, quando na dose zero de P este nutriente se encontrava em
238 baixos níveis para este solo, $12,62 \text{ mg dm}^{-3}$ (Tabela 01).

239 Os teores foliares de Cu, Fe e Zn (Tabela 06), não foram afetados pelas doses de
240 calcário e fósforo. Todavia, a calagem apresentou redução linear da composição mineral
241 foliar de Mn (Figura 06). Esta redução está relacionada com a precipitação do Mn na
242 solução do solo em decorrência da elevação do pH. De acordo com Ernani (2016), a
243 disponibilidade de Mn aos vegetais é controlada principalmente pelo pH do solo, ou seja,
244 quanto maior a atividade de H^+ , maior será a sua disponibilidade na forma de Mn^{2+} . No
245 momento em que se realiza a calagem, o Mn precipita na forma de MnO_2 tornando-se
246 insolúvel e indisponível para a absorção das plantas.

247 Para a composição mineral foliar de B, houve efeito de interação entre as doses de
248 calcário e as doses de fósforo.

249 Desdobrando as doses de calcário dentro das doses de P (Tabela 07), os teores
250 foliares de B em função das doses de calcário, responderam diferentemente para cada dose
251 de calcário aplicada. Para as doses 0 e 3,0 Mg ha⁻¹ de calcário, houve ajuste ao modelo
252 quadrático, apresentando ponto de mínima na dose 156 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para a dose 0 Mg ha⁻¹
253 de calcário e 86 kg ha⁻¹ de P₂O₅ para a dose 3,0 Mg ha⁻¹ de calcário.

254 A concentração de B diminui na solução do solo com o aumento do pH, pois este,
255 possui o mesmo comportamento que os micronutrientes catiônicos em relação à acidez
256 (MARSCHNER, 2012; ERNANI, 2016). Entretanto, outro fator que pode ter influenciado
257 nos teores foliares de B é o aporte de cálcio no solo através da calagem. O Ca é o principal
258 macronutriente responsável pelo crescimento radicular e, na ausência de um suprimento de
259 Ca, o crescimento das raízes cessa, devido a diminuição do alongamento celular e da divisão
260 celular (MARSCHNER, 2012). Logo, o fornecimento de Ca pode ter promovido um sistema
261 radicular mais desenvolvido das plantas de araçazeiro, gerando a exploração de um maior
262 volume de solo, o que pode ter interferido na absorção de B na dose 3,0 Mg ha⁻¹ de calcário.

263 As doses intermediárias de P apresentaram um efeito depressivo na absorção de B,
264 possivelmente devido à competição pelos mesmos sítios de absorção, uma vez que,
265 conforme o pH aumenta, o B fica disponível como ânion borato (BO₄³⁻), competindo com
266 fosfato (H₂PO₄⁻ ou HPO₄²⁻) (FAQUIM, 2005; EPSTEIN & BLOOM, 2006; ERNANI,
267 2016). Na dose 250 kg ha⁻¹ de P, houve um leve acréscimo nos teores de B foliares na
268 presença de 3,0 Mg ha⁻¹ de calcário. Este resultado, possivelmente, pode estar associado ao
269 B ser absorvido quase que em sua totalidade pelas raízes das plantas na forma de ácido
270 bórico não dissociado (H₃BO₃) por processo passivo ou ativo (HU & BROWN, 1997).
271 Através disso, o fato do fósforo ter influenciado na absorção de B pode estar relacionado ao
272 P ser o transportador e transdutor de energia química da planta, a adenosina trifosfato (ATP)
273 (EPSTEIN & BLOOM, 2006), elevando assim a capacidade da planta em absorver o B
274 ativamente.

275 Para o índice de clorofila, índice de flavonóides e índice de balanço do nitrogênio
276 (NBI) nas folhas de araçazeiro, não houve interação entre os fatores e nem diferença entre
277 as doses de calcário e fósforo (Tabela 08). Tais resultados podem ter ocorrido devido o N
278 ser o principal responsável pela síntese de clorofila (TAIZ & ZEIGER, 2017), o qual não
279 apresentou diferença em seus teores foliares (Tabela 05). Este efeito pode ser explicado
280 devido à aplicação exógena de N, na forma de ureia, para o crescimento das plantas.

281

282

Conclusões

283

284 A calagem altera os teores de Ca e Mg no solo.

285 A calagem altera a relação entre cátions básicos em folhas de araçazeiro.

286 A adubação fosfatada não afeta a composição mineral e o crescimento inicial do
287 araçazeiro até o segundo ano.

288

Agradecimentos

289

290 À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela
291 concessão da bolsa. À UFPel e a Embrapa Clima Temperado aporte financeiro e estrutural
292 concedido.

293

294

Referências

295 AGROMET – **Laboratório de Agrometeorologia** – CPACT/EMBRAPA. Disponível em:
296 < <http://agromet.cpact.embrapa.br/>>. Acesso em: 25 jan 2019.

297 ALVES, V. G.; ANDRADE, M. D.; CORRÊA, J. B. D.; MORAES, A. D.; SILVA, M. D.
298 Concentração de macronutrientes na parte aérea do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) em
299 função da compactação e classes de solos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 27, n. 1, p. 44-53,
300 2003.

301 ALVARES, CLAYTON ALCARDE et al. Köppen's climate classification map for
302 Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

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

306 BROWN, P.H.; SHELP, B.J. Boron mobility in plants. **In**: DELL, B.; BROWN, P.H.;
307 BELL, R.W. eds. **Boron in Soils and Plants**. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, p.
308 85-101, 1997.

- 309 CARDOSO, I. M.; KUYPER, T. W. Mycorrhizas and tropical soil fertility. **Agriculture,**
310 **Ecosystems & Environment**, v. 116, n. 1, p.72-84, 2006.
- 311 CASTRO C. M.; RASEIRA M. do C. B.; FRANZON R. C. in: **Espécies frutíferas nativas**
312 **do Sul do Brasil** / Editores RASEIRA M. do C. B. et. al.. -- Pelotas: Embrapa Clima
313 Temperado, 2004. 124 p. -- (Embrapa Clima Temperado. Documento, 129).
- 314 CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: glossário.**
315 UFLA, 256 p. 2006.
- 316 COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS RS SC. **Manual de**
317 **Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** Porto
318 Alegre, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016.
- 319 DENARDIN, C. C. et al. Antioxidant capacity and bioactive compounds of four Brazilian
320 native fruits. **Journal of Food and Drug Analysis**, v. 23, n. 3, p. 387-398, 2015.
- 321 EPSTEIN, E.; BLOOM, A.J. **Mineral nutrition of plants.** Sunderland: Sinauer Associates,
322 403 p., 2006.
- 323 ERNANI, P.R. **Química do Solo e disponibilidade de nutrientes.** Lages, 2ª edição, 256p.,
324 2016
- 325 FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas.** Lavras: UFLA/FAEPE, 183p, 2005.
- 326 FERREIRA, D. F. Sisvar: a Guide for its Bootstrap procedures in multiple
327 comparisons. **Ciência e agrotecnologia**, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.
- 328 FRANZON, R. C. **Caracterização de mirtáceas nativas do sul do Brasil.** 2004. 114f.
329 Dissertação (Mestrado em Agronomia: Fruticultura de Clima Temperado) Curso de Pós-
330 Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal
331 de Pelotas, Pelotas, 2004.
- 332 MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants.** London: Academic, 2012. 652p.

- 333 NATALE, W.; ROZANE, D. E.; PARENT, L. E.; PARENT, S. É. Acidez do solo e
334 calagem em pomares de frutíferas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, p. 1294-
335 1306, 2012.
- 336 NAVA, G.; SANTOS, K. L. D.; COSTA, M. D.; CIOTTA, M. N. Growth, mineral
337 composition, fruit yield, and mycorrhizal colonization of feijoa in response to lime and
338 phosphorus application. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 8, p. 942-949, 2016.
- 339 NDUWUMUREMYI, A. Soil acidification and lime quality: sources of soil acidity, its
340 effects on plant nutrients, efficiency of lime and liming requirements. **Journal of**
341 **Agriculture and Allied Sciences**, v.2, n.4, p.26-34, 2013.
- 342 NEILSEN, G.H.; NEILSEN, D.; TOIVONEN, P.; HERBERT, L. Annual bloom-time
343 phosphorus fertigation affects soil phosphorus, apple tree phosphorus nutrition, yield, and
344 fruit quality. **HortScience**, v.43, p.885-890, 2008.
- 345 RIBEIRO, M. A. V.; NOVAIS, R. F.; FAQUIN, V.; FERREIRA, M. M.; FURTINI NETO,
346 A. E.; LIMA, J. M. D.; VILLANI, E. M. D. A. Resposta da soja e do eucalipto ao aumento
347 da densidade do solo e a doses de fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, n.
348 4, 2010.
- 349 SANTOS, D.R.; GATIBONI, L.C.; KAMINSKI, J. Fatores que afetam a disponibilidade do
350 fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob sistema plantio direto. **Ciência**
351 **Rural**, v.38, p.576-586, 2008.
- 352 SANTOS, K.L. dos; DUCROQUET, J.P.H.J.; AMARANTE, C.V.T. dos; SOUZA, S.N.
353 DE; PERONI, N.; GUERRA, M.P.; NODARI, R.O. **Orientações para o cultivo da**
354 **goiabeira-serrana (*Acca Sellowiana*)**. Florianópolis: Epagri, 44p. (Epagri. Boletim
355 Técnico, 153). 2010.
- 356 SILVA, W. B.; BARCELOS, F. P.; SICHOCKI, D.; SILVA, G. M. C. Uso do silicato de
357 cálcio na correção da acidez do solo e no desenvolvimento da *Brachiaria ruziziensis* L.
358 Perspectivas: **Ciências Exatas & Engenharia**, v.4, n.10, p.1-11, 2014.

- 359 SOUZA, H. A.; NATALE, W.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M.;
360 HERNANDES, A. Efeito da calagem sobre o crescimento de goiabeiras. **Revista Ceres**,
361 Lavras, v. 56, n. 3, p. 336-341, 2009.
- 362 STRECK, E. V., et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: UFRGS: EMATER/RS-
363 ASCAR, 2008
- 364 TAGLIAVINI, M., SCANDELLARI, F. Methodologies and concepts in the study of
365 nutrient uptake requirements and partitioning in fruit trees. **Acta Horticulturae**. v.984,
366 p.47-56, 2013.
- 367 TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 918p.
- 368 TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J.
369 **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre, Universidade Federal do
370 Rio Grande do Sul,. 174p. (Boletim Técnico, 5). 1995.
- 371

372 **Tabela 01.** Teores de potássio, fósforo, cálcio e magnésio disponível no solo em resposta à
 373 aplicação de doses de calcário e fósforo incorporado ao solo antes do plantio das mudas de
 374 *Psidium cattleianum* Sabine, 2018.

Calcário (Mg ha ⁻¹)	Teor de nutrientes disponíveis no solo (mg dm ⁻³)		Teor de nutrientes disponíveis no solo (cmol _c dm ⁻³)	
	K	P	Ca	Mg
0	51,41 ^{ns}	27,00 ^{ns}	1,10 ^(1*)	0,70 ^(2*)
1,5	48,08	19,31	1,55	0,89
3,0	46,16	19,99	2,01	1,16
4,5	53,41	21,85	2,36	1,29
CV (%)	14,27	20,64	13,03	13,50

P ₂ O ₅ (Kg ha ⁻¹)	Teor de nutrientes disponíveis no solo (mg dm ⁻³)		Teor de nutrientes disponíveis no solo (cmol _c dm ⁻³)	
	K	P	Ca	Mg
0	51,58 ^{ns}	12,62 ^(3*)	1,72 ^{ns}	1,03 ^{ns}
83,30	48,50	19,84	1,70	0,99
166,6	51,16	24,10	1,74	0,97
250,0	47,83	31,60	1,86	1,05
CV (%)	14,27	20,64	13,03	13,50

375 ^(1*) $y = 0,2827x + 1,119$ ($R^2 = 0,99$); ^(2*) $y = 0,136x + 0,704$ ($R^2 = 0,98$); ^(3*) $y = 0,0734x +$
 376 $12,861$ ($R^2 = 0,98$); (*) = significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo à 5% de
 377 probabilidade.

378

379 **Tabela 02.** Teor de Al, pH e matéria orgânica (MO) no solo em resposta à aplicação de
 380 doses de calcário e fósforo incorporado ao solo antes do plantio das mudas de *Psidium*
 381 *cattleianum* Sabine, 2018.

Calcário (Mg ha ⁻¹)	Al (cmol _c dm ⁻³)	pH	MO (%)
0	0,41 ^(1*)	4,45 ^(2*)	1,45 ^{ns}
1,5	0,07	4,89	1,40
3,0	0,00	5,29	1,40
4,5	0,00	5,65	1,46
CV (%)	61,32	3,75	12,85

P ₂ O ₅ (Kg ha ⁻¹)	Al (cmol _c dm ⁻³)	pH	MO (%)
0	0,14 ^{ns}	5,09 ^{ns}	1,47 ^{ns}
83,30	0,13	5,05	1,39
166,6	0,11	5,00	1,42
250,0	0,10	5,12	1,43
CV (%)	61,32	3,75	12,85

382 ⁽¹⁾ $y = 0,0378x^2 - 0,2567x + 0,4$ ($R^2 = 0,982$); ⁽²⁾ $y = 0,2667x + 4,47$ ($R^2 = 0,998$); *=
 383 significativo a 5% de probabilidade; ns = não significativo à 5% de probabilidade

384 **Tabela 03.** Perímetro de tronco, altura de plantas e volume de copa, em plantas de *Psidium*
 385 *cattleyanum* Sabine em resposta à aplicação de doses de calcário incorporado ao solo antes
 386 do plantio das mudas, 2017 e 2018.

Calcário (Mg ha ⁻¹)	Perímetro de tronco (mm)	Altura de Plantas (cm)	Volume de copa (m ³)
-----2017-----			
0	38,67 ^{ns}	68,37 ^{ns}	0,0768 ^{ns}
1,5	42,32	72,37	0,0958
3,0	41,09	67,54	0,0800
4,5	40,29	68,08	0,0808
CV (%)	11,83	8,32	38,50
Calcário (Mg ha ⁻¹)	Perímetro de tronco (mm)	Altura de Plantas (cm)	Volume de copa (m ³)
-----2018-----			
0	67,95 ^{ns}	107,33 ^{ns}	0,810 ^{ns}
1,5	70,88	110,16	0,895
3,0	71,49	112,29	0,900
4,5	69,92	110,45	0,864
CV (%)	9,94	6,58	31,60

387 ns = não significativo à 5% de probabilidade.

388

389

390 **Tabela 04.** Perímetro de tronco, altura de plantas e volume de copa, em plantas de *Psidium*
 391 *cattleyanum* Sabine em resposta à aplicação de doses de P₂O₅ incorporado ao solo antes do
 392 plantio das mudas, 2017 e 2018.

P ₂ O ₅ (Kg ha ⁻¹)	Perímetro de tronco (mm)	Altura de Plantas (cm)	Volume de copa (m ³)
-----2017-----			
0	41,09 ^{ns}	68,54 ^{ns}	0,0816 ^{ns}
83,30	39,35	69,95	0,0816
166,6	41,65	70,01	0,0966
250,0	40,29	67,87	0,0736
CV (%)	11,83	8,32	38,50
P ₂ O ₅ (Kg ha ⁻¹)	Perímetro de tronco (mm)	Altura de Plantas (cm)	Volume de copa (m ³)
-----2018-----			
0	71,96 ^{ns}	109,87 ^{ns}	0,931 ^{ns}
83,30	68,89	110,50	0,850
166,6	70,82	112,58	0,894
250,0	68,57	107,29	0,794
CV (%)	9,49	6,58	31,60

393 ns = não significativo à 5 % de probabilidade.

394

395 **Tabela 05.** Teores de N, P, K, Ca e Mg nas folhas de *Psidium cattleianum* Sabine em
 396 resposta à aplicação de doses de calcário e P₂O₅ incorporado ao solo antes do plantio das
 397 mudas, 2018.

Calcário (Mg ha ⁻¹)	Composição mineral de folhas (g kg ⁻¹)				
	N	P	K	Ca	Mg
0	1,87 ^{ns}	2,82 ^{ns}	5,83 ^{ns}	9,47 ^(1*)	5,95 ^(2*)
1,5	1,86	2,72	5,32	11,37	6,89
3,0	1,89	2,75	6,52	12,79	7,70
4,5	2,03	2,78	6,47	13,45	7,99
CV	10,59	19,78	21,40	14,24	11,48
P ₂ O ₅ (Kg ha ⁻¹)	Composição mineral de folhas (g kg ⁻¹)				
	N	P	K	Ca	Mg
0	1,84 ^{ns}	2,94 ^{ns}	5,47 ^{ns}	12,04 ^{ns}	7,22 ^{ns}
83,30	1,89	2,84	5,77	11,40	6,98
166,6	1,95	2,52	6,08	11,61	7,06
250,0	2,97	2,77	6,81	12,03	7,28
CV	10,59	19,78	21,40	14,24	11,48

398 ⁽¹⁾ $y = 0,8901x + 9,7718$ ($R^2 = 0,95$); ⁽²⁾ $y = 0,462x + 6,093$ ($R^2 = 0,95$); ns = não
 399 significativo; *= significativo a 5% de probabilidade.

400

401

402 **Tabela 06.** Teores de Cu, Fe, Mn e Zn nas folhas de *Psidium cattleianum* Sabine em
 403 resposta à aplicação de doses de calcário e P₂O₅ incorporado ao solo antes do plantio das
 404 mudas, 2018.

Calcário (Mg ha ⁻¹)	Composição mineral de folhas (mg kg ⁻¹)			
	Cu	Fe	Mn	Zn
0	9,79 ^{ns}	226,19 ^{ns}	1078,33 ^(1*)	12,50 ^{ns}
1,5	9,88	228,04	937,98	11,32
3,0	10,63	227,87	533,43	11,95
4,5	10,62	228,12	436,53	12,96
CV	18,76	2,18	51,43	25,87
P ₂ O ₅ (Kg ha ⁻¹)	Composição mineral de folhas (mg kg ⁻¹)			
	Cu	Fe	Mn	Zn
0	10,97 ^{ns}	225,67 ^{ns}	754,68 ^{ns}	11,90 ^{ns}
83,30	10,66	227,52	665,10	12,39
166,6	9,62	231,16	775,58	12,95
250,0	9,67	225,87	790,91	11,51
CV	18,76	2,18	51,43	25,87

405 ⁽¹⁾ $y = -155,33x + 1096,1$ ($R^2 = 0,94$); ns = não significativo; (*)= significativo a 5% de
 406 probabilidade.

407

408 **Tabela 07.** Teores de B nas folhas de *Psidium cattleianum* Sabine em função das doses de
 409 calcário e P₂O₅ incorporado ao solo antes do plantio das mudas, 2018.

Composição mineral de B nas folhas de araçazeiro (mg kg⁻¹)

Calcário (Mg ha ⁻¹)	P ₂ O ₅ (Kg ha ⁻¹)				Linear	Quadrática
	0	83,3	166,6	250,0		
0	34,30	29,5	20,97	31,11	ns	*(1)
1,5	30,95	30,07	27,59	23,7	ns	ns
3,0	30,46	23,84	29,37	41,19	ns	*(2)
4,5	23,3	29,62	30,95	24,04	ns	ns
CV	17,99	17,99	17,99	17,99		
Linear	ns	ns	ns	ns		
Quadrática	ns	ns	ns	*		

410 ⁽¹⁾ $y = 0,0005x^2 - 0,1562x + 35,42$ ($R^2 = 0,74$); ⁽²⁾ $y = 0,0007x^2 - 0,1206x + 30,166$ ($R^2 =$
 411 $0,989$); ns = não significativo; (*) = significativo a 5% de probabilidade.

412

413

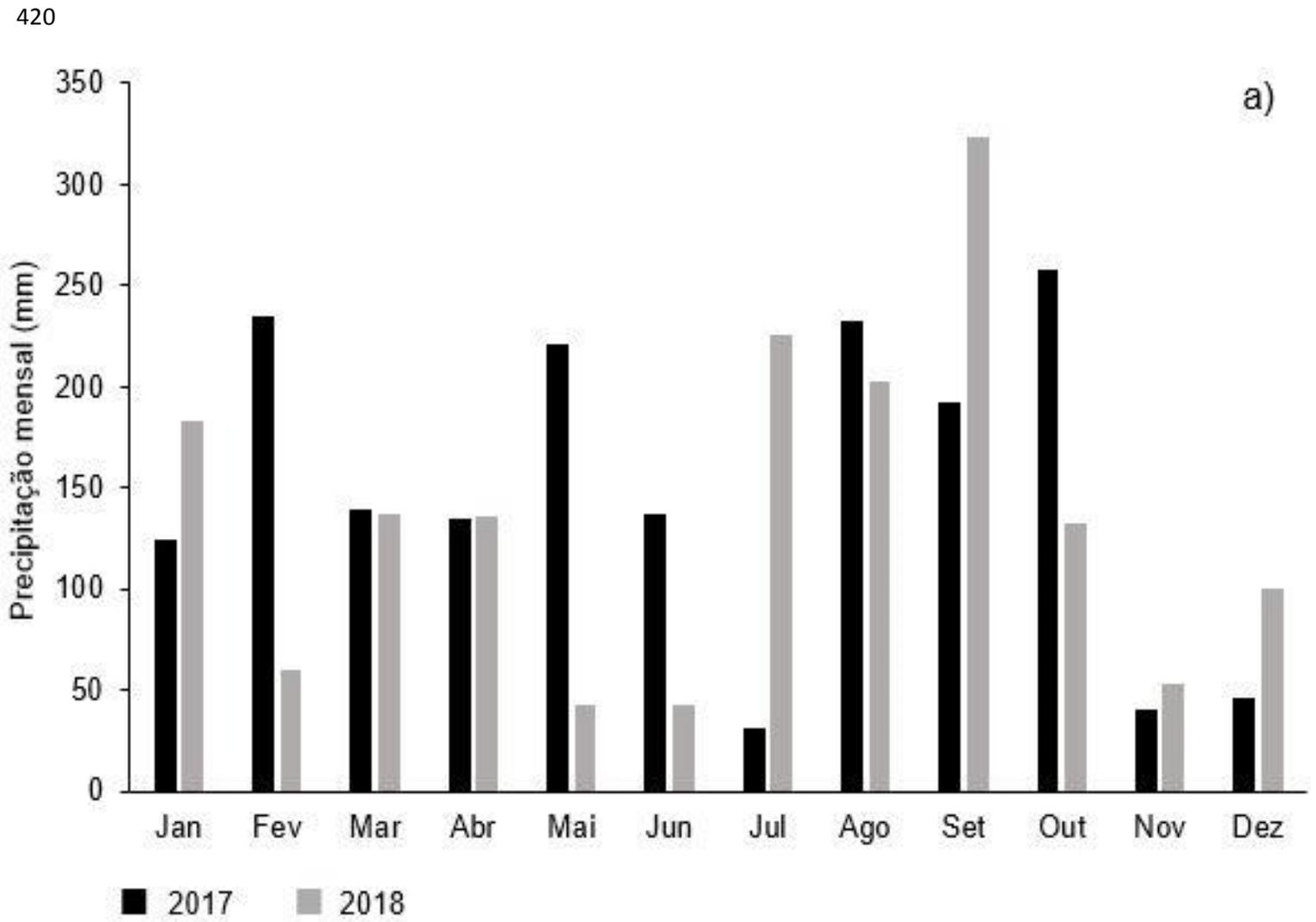
414 **Tabela 08.** Índice de clorofila, Índice de flavonóides e índice de balanço do nitrogênio
 415 (NBI) nas folhas de *Psidium cattleianum* Sabine em resposta à aplicação de doses de
 416 calcário e fósforo incorporado ao solo antes do plantio das mudas em 2018.

Calcário (Mg ha ⁻¹)	Índice de clorofila	Índice de Flavonóides	NBI
	-----2018-----		
0	48,97 ^{ns}	1,94 ^{ns}	25,31 ^{ns}
1,5	50,81	1,97	25,74
3,0	52,53	1,98	26,77
4,5	53,40	1,97	26,98
CV (%)	9,49	4,90	9,17
P ₂ O ₅ (Kg ha ⁻¹)	Índice de clorofila	Índice de Flavonóides	NBI
	-----2018-----		
0	52,78 ^{ns}	2,01 ^{ns}	26,32 ^{ns}
83,30	50,38	1,96	25,62
166,6	51,76	1,95	26,51
250,0	50,79	1,94	26,35
CV (%)	9,49	4,90	9,17

417 ns = não significativo à 5% de probabilidade.

418

419

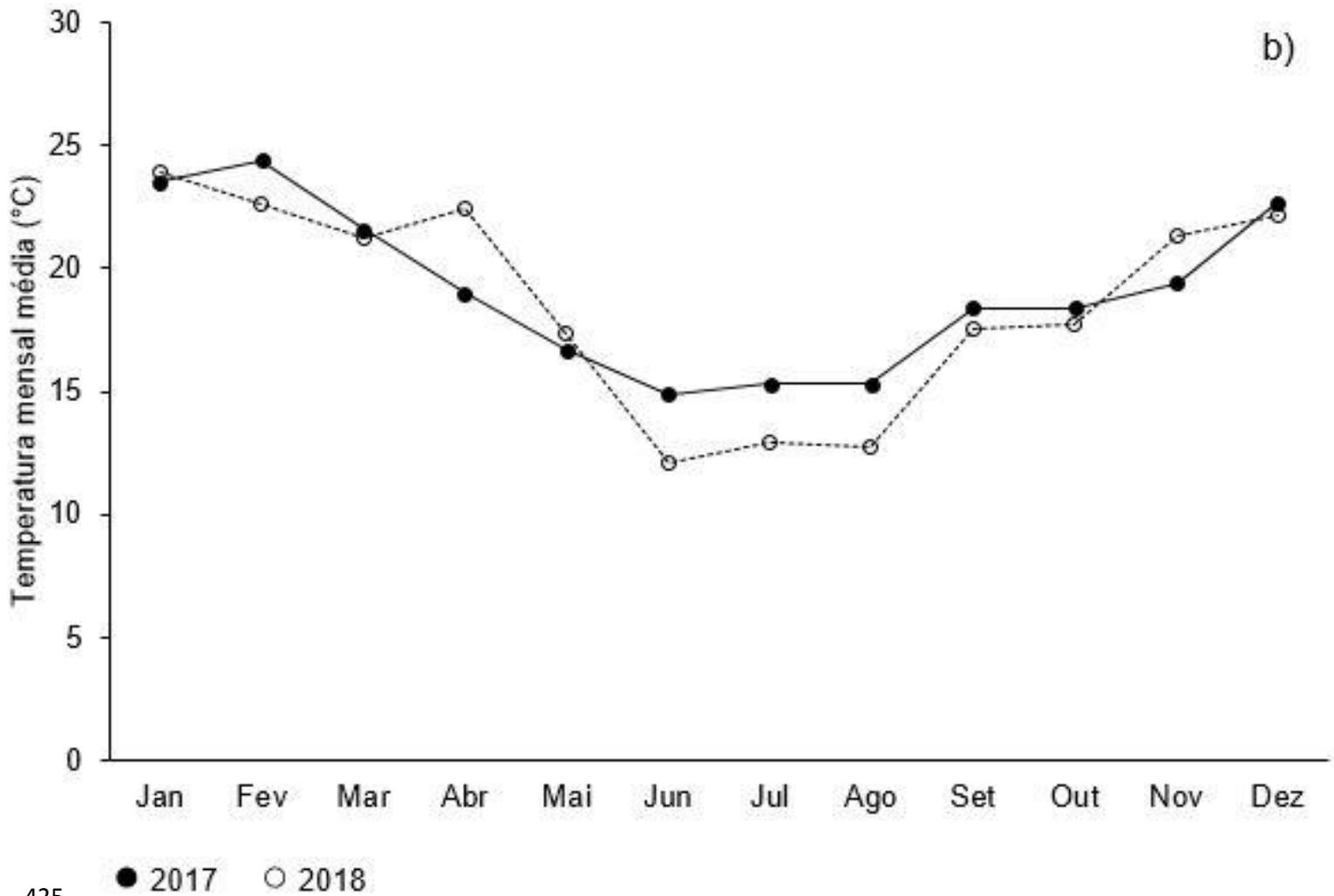


421

422 Figura 01. Precipitação mensal em mm no local do experimento nos anos de 2017 e 2018.

423 (AGROMET, 2019).

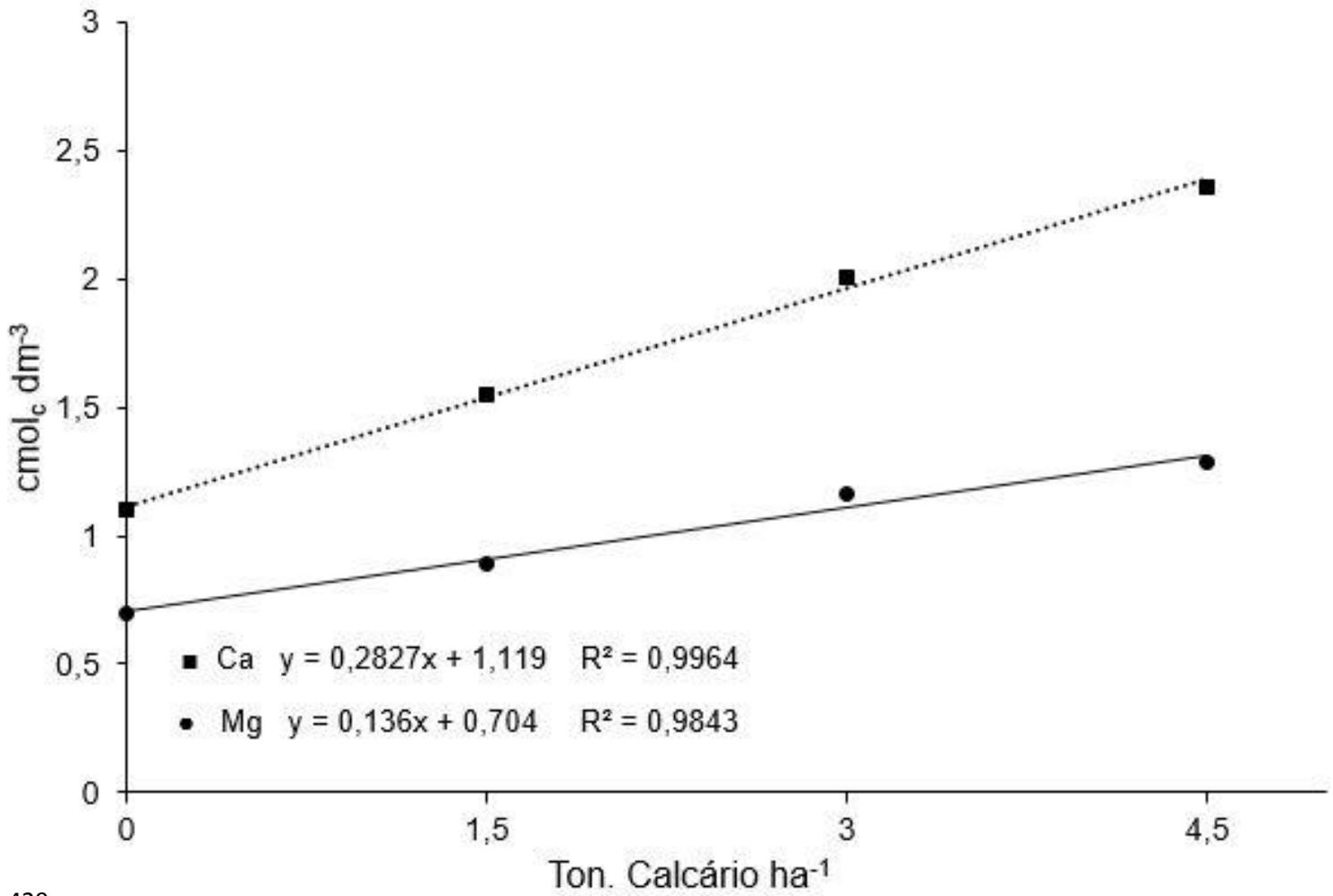
424



425

426 Figura 02. Temperaturas mensais médias em °C (b) no local do experimento nos anos de
427 2017 e 2018. (AGROMET, 2019).

428

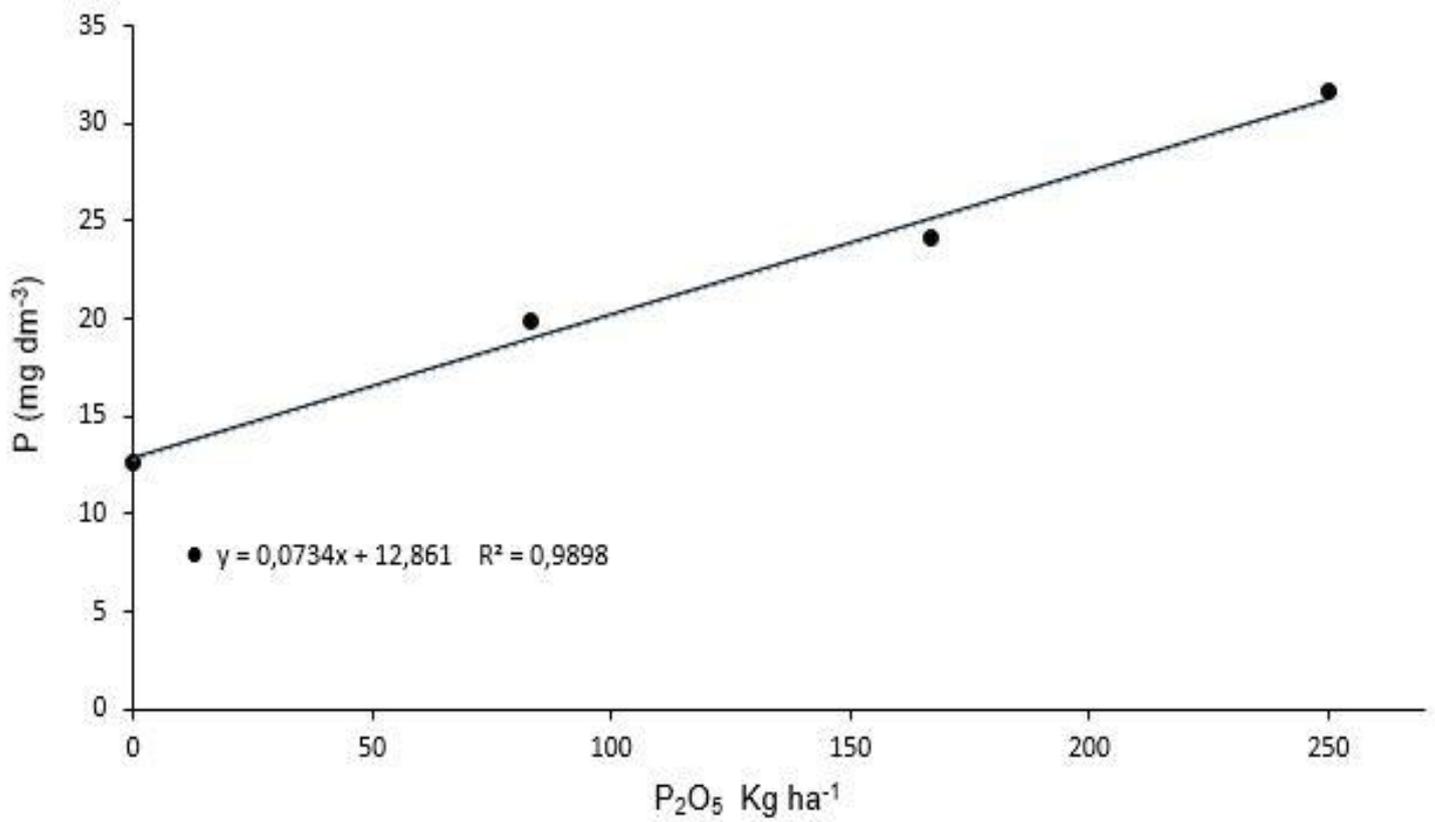


429

430 Figura 03: Teores de cálcio e magnésio disponíveis no solo em resposta à aplicação de doses
431 de calcário em araçazeiro, Pelotas-RS, 2018.

432

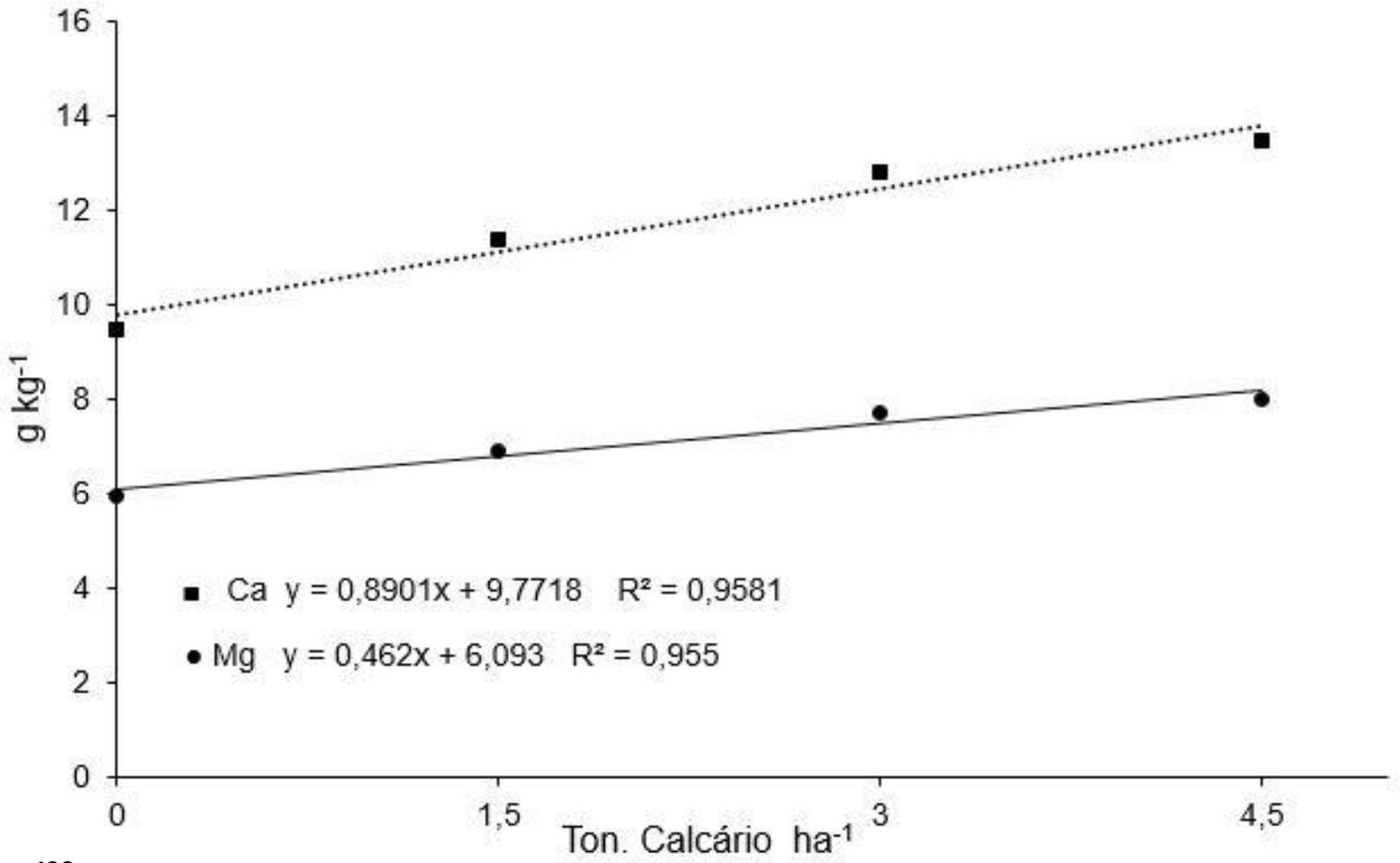
433



434

435 Figura 04: Teores de fósforo disponíveis no solo em resposta à aplicação de doses de P_2O_5
436 em araçazeiro, Pelotas-RS, 2018.

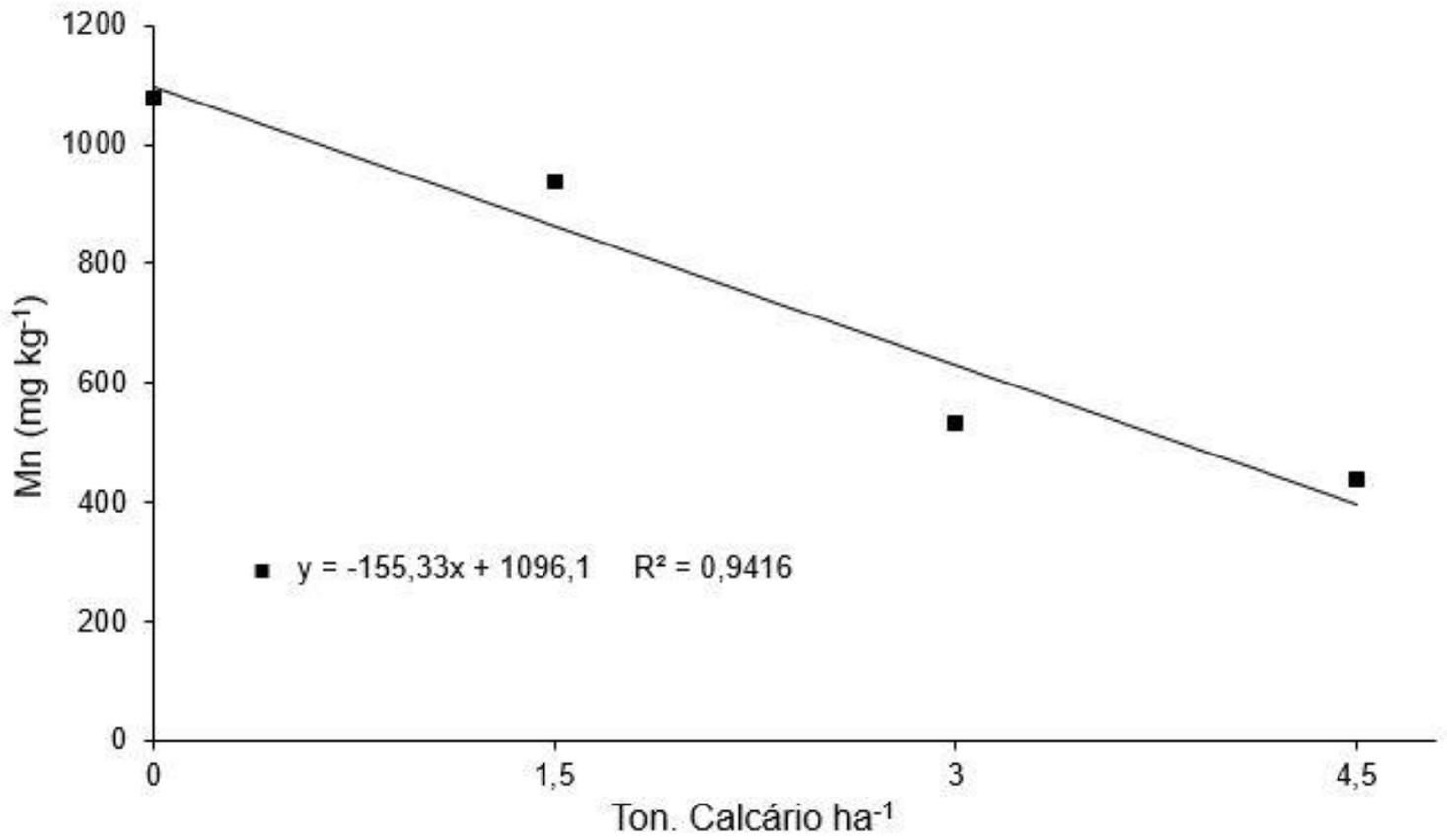
437



438

439 Figura 05: Teores minerais de cálcio e magnésio em folhas de araçazeiro em resposta à
440 aplicação de doses de P₂O₅, Pelotas-RS, 2018.

441



442

443 Figura 06: Composição mineral de manganês em folhas de araçazeiro em resposta à
444 aplicação de doses de calcário, Pelotas-RS, 2018.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nos primeiros dois anos de implantação mostraram-se insuficiente para avaliar os efeitos da calagem e da adubação fosfatada para um pomar comercial de araçazeiro, sendo recomendado mais alguns anos de avaliação e/ou a realização de novas pesquisas em outros tipos de solo.

A qualidade dos frutos de araçazeiro pode apresentar resultados positivos à calagem e a adubação fosfatada, inclusive em dados produtivos nos anos subsequentes. Recomenda-se o acompanhamento de ciclos produtivos para que se obtenha informações mais consistentes sobre as características físicoquímicas e fitoquímicas dos frutos.

6 REFERÊNCIAS (INTRODUÇÃO GERAL)

BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I.E.; FREITAS, E.V.; SILVA JUNIOR, J.F. Propagação de genótipos de pitangueira (*Eugenia uniflora* L.) pelo método de enxertia de garfagem no topo em fenda cheia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.1, p.160-162, 2002.

CAMARGO, M. S.; BARBOSA, D. S.; RESENDE, R. H.; KORNDÖRFER, G.; PEREIRA, H. S. Fósforo em solos de Cerrado submetidos à calagem. **Bioscience Journal**, v.26, n.2, p.187-194, 2010.

FALCÃO, N.P.S.; SILVA, J. R. A. Características de adsorção de fósforo em alguns solos da Amazônia Central. **Acta Amazonica**, 34(3): 337-342, 2004.

FRANZON, R.C. **Espécies de araçás nativos merecem maior atenção da pesquisa**. Grupo cultivar de publicações 3 dez. 2010.

LORENZI, H.; LACERDA, M. T. C.; BACHER, L. B. **Frutas no Brasil nativas e exóticas (de consumo in natura)**. São Paulo. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2015.

MARCHIORI, J. N. C.; SOBRAL, M. Dendrologia das Angiospermas: Myrtales. Santa Maria: **UFSM**. p. 90-100, 1997.

NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J.; NUNES, F.N. Fósforo, p. 471-550. **In:** NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. **Fertilidade do solo**. SBCS, Viçosa, Minas Gerais, p. 471-550. 2007.

PEREIRA, J. R.; FARIA, C. M. B. Sorção de fósforo em alguns solos do semi-árido do Nordeste Brasileiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 33: 1179-1184, 1998.

SILVA, A. R. M.; TUCCI, C. A. F.; LIMA, H. N.; SOUZA, P. A.; VENTURIN, N. Efeitos de doses crescentes de calcário na produção de mudas de sumaúma (*Ceiba pentandra* L. Gaertn). **Floresta**, 38(2): 295-302, 2008.

SILVA, A.R.M.; TUCCI, C.A.F.; LIMA, H.N.; FIGUEIREDO, A.F. Doses crescentes de corretivo na formação de mudas de mogno (*Swietenia macrophylla* King). **Acta Amazonica**, 37(2): 195-200, 2007.

SOBRAL, M.; PROENÇA, C.; SOUZA, M.; MAZINE, F.; LUCAS, E. Myrtaceae. **In:** Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro; 2015.