

LUIZA ROCHA RIBEIRO

**APLICAÇÃO DE CÁLCIO PRÉ-COLHEITA EM GOIABEIRA (*Psidium guajava*)
CV. PALUMA**

Botucatu

2019

LUIZA ROCHA RIBEIRO

**APLICAÇÃO DE CÁLCIO PRÉ-COLHEITA EM GOIABEIRA (*Psidium guajava*)
CV. PALUMA**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da Unesp Campus de Botucatu, para obtenção do título de Mestre em Agronomia - Horticultura.

Orientadora: Profa. Dra. Sarita Leonel

Coorientador: Dr. Jackson Mirellys
Azevêdo Souza

Botucatu

2019

R484a Ribeiro, Luiza Rocha
 Aplicação de cálcio pré-colheita em goiabeira
 (Psidium guajava) cv. Paluma / Luiza Rocha Ribeiro.
 -- Botucatu, 2019
 63 p. : tabs., fotos

 Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual
 Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências
 Agronômicas, Botucatu
 Orientadora: Sarita Leonel
 Coorientador: Jackson Mirellys Azevedo Souza

 1. Frutas. 2. Cálcio. 3. Enzimas. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp.
Biblioteca da Faculdade de Ciências Agronômicas, Botucatu. Dados
fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

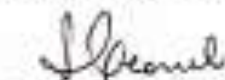
TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: APLICAÇÃO DE CÁLCIO PRÉ-COLHEITA EM GOIABEIRA (*Psidium guajava*)
CV. PALUMA

AUTORA: LUIZA ROCHA RIBEIRO

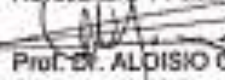
ORIENTADORA: SARITA LEONEL

COORDENADOR: JACKSON MIRELLYS AZEVEDO SOUZA

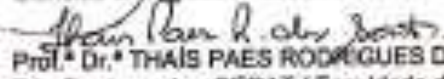
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em AGRONOMIA
(HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:



Prof.ª Dr.ª SARITA LEONEL
Horticultura / Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu



Prof. Dr. ALDISIO COSTA SAMPAIO
Ciências Biológicas / Faculdade de Ciências de Bauru - UNESP



Prof.ª Dr.ª THAÍS PAES RODRIGUES DOS SANTOS
Pós-Doutoranda - CERAT / Faculdade de Ciências Agrônomicas - UNESP

Botucatu, 02 de setembro de 2019

Às meus amados pais,

Ignácio e Rosa,

dedico

AGRADECIMENTOS

Aos meus queridos pais e avós pelo apoio incondicional.

À Prof. Dr. Sarita Leonel, pela orientação, ensinamentos, paciência e exemplo de profissional.

A professores amigos de todo o departamento, como o Prof. Dr. Filipe Giardini e Prof. Dr. Marco Tecchio.

Aos meus amigos Nathalia, Rudieli, Raíra, Tânia, Laís e Silvia, que me ajudaram e me acolheram durante todo o período que estive em Botucatu.

Aos colegas de laboratório Marcelo, Rafael, Rafaelly, Anita, Emerson e especialmente ao meu co-orientador Jackson Mirellys que me ajudou e deu apoio em tudo o que precisei.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos fornecida.

À Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” pelo espaço e estrutura oferecidos para o desenvolvimento do projeto.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Horticultura pela oportunidade em desenvolver o projeto.

Aos funcionários da FCA/UNESP e da Fazenda Experimental São Manuel, pelo auxílio e disposição na realização deste trabalho.

“Houve um tempo de goiabeiras
e de quem as adorava.
Não havia goiabas nem galhos
que ela não alcançasse.
Ela é Marina, minha pérola!
O tempo das goiabeiras passou
no auge da florada dos ipês rosas.
Marina partiu
inaugurando o paradoxal tempo dos ipês.
Eles embelezam a vida e, junto,
trazem a lembrança de um tempo triste.
Pois esse tempo é seco,
com árvores desfolhadas.
Mas os ipês se sobressaem na tristeza e na aridez.
Ipês que vem como um alento
com as suas flores.

Flores lindas e rosas
como Marina, minha pérola!
Que na poeira da última viagem
desabrochou para a vida.
Passou o tempo...
Marina também...
Mas ficou na lembrança
de um lindo e inesquecível tempo
de goiabeiras e ipês.”

RESUMO

A goiaba ocupa lugar de destaque dentre as frutas brasileiras em termos de produção, além de seu aroma agradável, sabor e alto valor nutricional. A Paluma é uma das cultivares de goiabeira mais cultivadas no país e no estado de São Paulo, em razão de sua dupla aptidão (mesa e indústria), contudo, é uma das mais perecíveis. Tal problema representa um dos principais entraves do cultivo de goiaba 'Paluma' destinada ao mercado de fruta fresca. Neste sentido, aplicações de cloreto de cálcio podem minimizar estes problemas, visto que o cálcio promove benefícios como a manutenção da firmeza e o aumento do período de armazenamento e do valor nutricional, por meio do incremento nos teores de ácido ascórbico e de cálcio. Assim, objetivou-se avaliar o efeito de aplicações pré-colheita de cloreto de cálcio sobre a qualidade dos frutos da goiabeira cv. Paluma. O trabalho foi realizado na Fazenda Experimental São Manuel, da Faculdade de Ciências Agrônomicas da UNESP, campus Botucatu – SP, durante o ciclo 2017/2018. O pomar, com três anos de idade, sem irrigação e com espaçamento de seis metros entre linhas e quatro entre plantas, foi podado e conduzido conforme recomendações para a cultura. O delineamento adotado foi o de parcelas subdivididas no tempo, sendo avaliadas cinco concentrações de CaCl_2 (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 %) aos 0, 2, 4 e 6 dias de armazenamento. As concentrações de cálcio foram aferidas nas folhas antes e depois das aplicações, e nos frutos logo após a colheita. Foram realizadas avaliações físicas, físico-químicas e enzimáticas nos frutos. As aplicações de CaCl_2 promoveram aumento linear do teor de Ca nas folhas e incremento de 27% de Ca em frutos tratados com a concentração de 1,1%. Verificou-se menor perda de massa e menor incidência de podridões com as concentrações de 1,2 e 0,9%, respectivamente. As aplicações de CaCl_2 também promoveram incremento no comprimento dos frutos e nos teores de ácido ascórbico. Contudo, houve redução dos teores de açúcares redutores e acidez titulável. Em adição, observou-se redução da atividade da pectinametilesterase nos frutos tratados e as aplicações de 1,1 e 1,2% de CaCl_2 reduziram a atividade da poligalacturonase aos 2 e 6 dias. Face ao exposto, a utilização de CaCl_2 em pré-colheita de goiaba 'Paluma' é uma técnica promissora e pode ser utilizada como ferramenta para diminuir a perecibilidade dos frutos.

Palavras-chave: Cloreto de cálcio. Perda de massa. Armazenamento. Nutrição Mineral. Macronutriente. Ca Fortificação

ABSTRACT

Guava occupies a prominent place among the most produced Brazilian fruits, mainly because of its pleasant aroma, taste and high nutritional value. The “Paluma” cultivar is one of the most cultivated in the country and in the State of São Paulo due to its dual aptitude, either for table and industry, however, it is among the most perishable. This issue represents one of the main obstacles to the cultivation of “Paluma” guava for the market of fresh fruit. Therefore, calcium chloride applications may minimize these problems, as calcium promotes benefits such as firmness maintenance, and increasing shelf life and nutritional value by increasing the amount of ascorbic acid and calcium. Hence, the objective of this study was to evaluate the effect of the pre-harvest application of calcium chloride on the quality of fruits of the guava cv. Paluma. The experiment was carried out at the Experimental Farm São Manuel, of the College of Agronomic Sciences of UNESP, Campus of Botucatu – SP, during the production cycle of 2017/2018. The three-years-old orchard was pruned and conducted according to the recommendations for the culture but without irrigation and spacing of six meters between rows and four meters between plants. The experimental design was a randomized block design, in a time split-plot scheme. The plots were represented by five CaCl_2 concentrations (0, 0.5, 1.0, 1.5 and 2%) while the subplots were represented by the storage time (0, 2, 4 and 6 days). The calcium content was measured in the leaves before and after application, and in the fruits immediately after harvest. Physical, physicochemical and enzymatic evaluations were performed on the fruits. CaCl_2 applications promoted a linear increase of Ca content in the leaf and an increase of 27% of the Ca in the fruits treated with a concentration of 1.1%. There were less mass loss and lower incidence of rots at the concentrations of 1.2 and 0.9% of CaCl_2 , respectively. CaCl_2 applications also promoted an increase in fruit length and ascorbic acid content. However, there was a reduction in reducing sugar levels and titratable acidity. In addition, pectin methylesterase activity was reduced in the fruits, and the applications of 1.1 and 1.2% of CaCl_2 reduced polygalacturonase activity at 2 and 6 days of storage. Given the above, the use of CaCl_2 in pre-harvest of the guava cv. “Paluma” is a promising technique and can be used as a tool to decrease fruit perishability.

Keywords: Calcium chloride. Mass loss. Storage. Mineral nutrition. Leaf fertilization. Macronutrient.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Goiabeira ‘Paluma’ após a adubação em 27 de outubro de 2017. São Manuel/SP.....	32
Figura 2 – Vista parcial da área experimental com goiabeiras ‘Paluma’ após a poda, São Manuel/SP, 2017.....	34
Figura 3 – Armadilha para mosca-das-frutas instalada em planta de Goiabeira ‘Paluma’. São Manuel/SP, 2017.....	35
Figura 4 – Aplicação do CaCl_2 em goiabeira ‘Paluma’ com auxílio de pulverizador costal e barreira plástica para impedir deriva (A). Folhas e frutos após a aplicação do CaCl_2 (B). Dezembro de 2017, São Manuel/SP.....	36
Figura 5 – Avaliação de firmeza na goiaba, Botucatu/SP, 2018.....	38
Figura 6 – Avaliação da cor da polpa (A) e casca (B) com colorímetro Minolta, Botucatu/SP, 2018.....	39
Figura 7 – Teor de cálcio em folhas (A) e frutos (B) de goiabeira ‘Paluma’ em função das concentrações de CaCl_2 aplicadas em pré-colheita, São Manuel/SP, 2018.....	43
Figura 8 – Perda de massa de frutos de goiabeira ‘Paluma’ em função das concentrações de CaCl_2 (A) e dos dias de armazenamento (B) a temperatura de $\pm 25^\circ\text{C}$. Botucatu/SP, 2018.....	44
Figura 9 – Incidência de podridões em frutos de goiabeira ‘Paluma’ em função das concentrações de CaCl_2 durante o sexto dia de armazenamento a temperatura de $\pm 25^\circ\text{C}$. Botucatu/SP, 2018.....	45
Figura 10 – Frutos de goiabeira ‘Paluma’ tratados com diferentes concentrações de CaCl_2 após 8 dias de armazenamento em temperatura ambiente ($\pm 25^\circ\text{C}$) em 29 de março de 2018, São Manuel/SP.....	45
Figura 11 – Comprimento de frutos de goiabeira ‘Paluma’ em função das concentrações de CaCl_2 com dois dias e quatro dias de armazenamento, São Manuel/SP, 2018.....	47
Figura 12 – Diâmetro (A) e Firmeza (B) de frutos de goiabeira ‘Paluma’ colhidos em São Manuel/SP em 2018 em função dos dias de armazenamento.....	47

Figura 13 – Cromaticidade da casca (A) e Ângulo hue da casca (B) de frutos de goiabeira ‘Paluma’ colhidos em São Manuel/SP em 2018 em função dos dias de armazenamento	48
Figura 14 – Cromaticidade (A) e ângulo Hue da polpa (B) de frutos de goiabeira ‘Paluma’ colhidos em São Manuel/SP em 2018 em função dos dias de armazenamento	49
Figura 15 – Teores de ácido ascórbico de frutos de goiabeira ‘Paluma’ em função das concentrações de CaCl_2 e dos dias de armazenamento, São Manuel/SP, 2018.....	51
Figura 16 – Teor de açúcares redutores (A) e acidez titulável (B) em função das concentrações de CaCl_2 (B) de frutos de goiabeira ‘Paluma’ colhidos em São Manuel/SP, 2018.....	51
Figura 17 – Teores de sólidos solúveis (A), açúcar solúvel total (B), acidez titulável (C) e pH (D) de frutos de goiabeira ‘Paluma’ colhidos em São Manuel/SP em 2018 em função dos dias de armazenamento.....	53
Figura 18 – Atividade das enzimas pectinametilesterase (PME) (A) e poligalacturonase (PG) (B) em frutos de goiabeira ‘Paluma’ em função das concentrações de CaCl_2 e dos dias de armazenamento, São Manuel/SP, 2018.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise de solo da área experimental, São Manuel/SP, 2017.....	31
Tabela 2 – Análise de solo da área experimental, micronutrientes e enxofre, São Manuel/SP, 2017.....	32
Tabela 3 – Teores de macro e micronutrientes de folhas de goiabeira ‘Paluma’ coletadas em pleno florescimento, São Manuel/SP, 2017.....	33
Tabela 4 – Valores do teste F, coeficiente de variação e médias dos teores de cálcio das folhas e frutos de goiabeira ‘Paluma’ submetidas a aplicações pré-colheita de CaCl_2 , São Manuel/SP, 2018.....	42
Tabela 5 – Valores do teste F, coeficientes de variação (CV) e médias de comprimento (CF), diâmetro (DF), firmeza (F), luminosidade (L), ângulo hue ($^\circ\text{h}$) e croma (C) de frutos de goiabeira ‘Paluma’ submetidas às aplicações pré-colheita de CaCl_2 em função de dias de armazenamento. São Manuel/SP, 2018.....	46
Tabela 6 – Valores do teste F, coeficientes de variação (CV) e médias de pH, acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA), sólidos solúveis (SS), índice de maturação (IM) e açúcares redutores (AR), não redutores (ANR) e totais (AST) de frutos de goiabeira ‘Paluma’ submetidas à aplicações pré-colheita de CaCl_2 em função de dias de armazenamento. São Manuel/SP, 2018.....	49
Tabela 7 – Atividade das enzimas pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG) em frutos de goiabeira ‘Paluma’ submetidas a aplicações pré-colheita de CaCl_2 em função de dias de armazenamento. São Manuel/SP, 2018.....	53

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	21
2	REVISÃO DE LITERATURA	23
2.1	Origem e botânica da goiabeira	23
2.2	Caracterização, colheita e pós-colheita da goiaba 'Paluma'	24
2.3	O papel do cálcio sobre o amadurecimento e qualidade dos frutos	26
2.4	Fontes e modos de aplicação do cálcio	29
3	MATERIAL E MÉTODOS	31
3.1	Caracterização da área experimental	31
3.2	Condução das plantas	31
3.2.1	Análises (solo e folhas), calagem e adubações	31
3.2.2	Poda de produção	33
3.2.3	Controle de pragas, doenças e plantas invasoras	34
3.3	Aplicação do cloreto de cálcio	35
3.4	Colheita e armazenamento	36
3.5	Avaliações	36
3.5.1	Teores de nutrientes após as aplicações de CaCl_2	36
3.5.2	Perda de massa dos frutos	37
3.5.3	Caracterização física e físico-químicas dos frutos	37
3.5.4	Avaliações enzimáticas	40
3.6	Delineamento experimental e análise estatística	41
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1	Teores de cálcio em folhas e frutos	42
4.2	Perda de massa dos frutos e incidência de podridões	42
4.3	Caracterizações físicas dos frutos	46
4.4	Caracterização físico-química dos frutos	49
4.5	Avaliações enzimáticas	53
5	CONCLUSÕES	56
	REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é uma planta da família *Myrtaceae* e ocupa lugar de destaque na fruticultura brasileira, visto que seus frutos possuem aroma e sabor agradáveis, além de alto valor nutricional. A planta é originária de países como o México, Colômbia, Peru e Brasil. Atualmente, é encontrada em diversas regiões subtropicais e tropicais do mundo, devido a sua fácil adaptação às diferentes condições de solo e clima e facilidade de propagação (MANICA et al., 2000).

A produção brasileira de goiabas foi de 414,96 mil toneladas em 2016, sendo as regiões Nordeste e Sudeste as maiores produtoras, com 191,1 e 186,1 mil toneladas, respectivamente. O estado de São Paulo destaca-se como o maior produtor, com 37,8% da produção brasileira (173,9 mil toneladas), seguido de Pernambuco, que produziu 135,2 mil toneladas de goiabas em 2017. A área colhida no país foi de 20,2 mil hectares. A produtividade média no Brasil nesse mesmo período foi de 15,3 t ha⁻¹. Os estados com maiores produtividades são São Paulo e Pernambuco, com 31,4 e 27,1 t ha⁻¹, respectivamente (IBGE, 2019).

A goiaba tem grande importância alimentar, podendo ser consumida tanto *in natura* como na forma de polpa, suco, purê, néctar, sorvetes, molhos, entre outros, principalmente as cultivares de polpa vermelha. A fruta de polpa vermelha apresenta altos teores de vitamina C e licopeno. A quantidade de licopeno encontrada na goiaba, cultivar Paluma, é o dobro da encontrada, por exemplo, no tomate (COSTA; COSTA, 2003). A ‘Paluma’ é uma das mais cultivadas no país e no estado de São Paulo, tal fato se deve a sua dupla aptidão, ou seja, tanto para mesa como para a indústria (KAVATI, 1997). Esta cultivar foi desenvolvida na UNESP em Jaboticabal–SP, inicialmente para o processamento industrial. Apresenta polpa de coloração vermelha, alto teor de sólidos solúveis, aroma agradável, alta produtividade e bom rendimento de polpa, atributos que a qualificam também para o consumo ao natural (MANICA et al., 2000).

Quando comparada às cultivares Kumagai, Pedro Sato e Sassaoka, a Paluma apresenta menor vida de prateleira (FUMIS; SAMPAIO, 2011). O rápido amolecimento dos frutos, oriundo da perda de firmeza dos mesmos tem sido reportada como uma barreira à comercialização em diversas frutíferas. Conforme Ramos et al. (2013) este é um dos principais problemas encontrados para a comercialização de goiabas, visto

que esta fruta possui elevada atividade metabólica e consequentemente curto período de pós-colheita.

Diante dos problemas em pós-colheita da cultivar Paluma, os quais resultam em alta perecibilidade dos frutos e rápida perda da firmeza, a aplicação de cálcio pode tornar-se uma técnica viável. Este nutriente promove benefícios por reduzir a atividade respiratória e promover a manutenção da firmeza dos frutos, em função da redução da degradação das pectinas, além de reduzir a ocorrência de doenças em pós-colheita (MANICA et al., 2000). Deste modo, pode-se dizer que a aplicação de cálcio é uma forma de estender a vida útil do fruto e diminuir a atividade das enzimas envolvidas com a redução da firmeza (XISTO et al., 2004).

Além da importância para a qualidade dos frutos, o cálcio tem importância para o aspecto nutricional, de modo que sua aplicação pode resultar em maiores teores deste mineral, com consequente enriquecimento nutricional dos frutos (MINGOTE, 2016).

Em goiaba, pesquisas vem sendo realizadas com a aplicação do cálcio tanto em pré-colheita (GOUTAM et al., 2010; NATALE et al., 2005), quanto em pós-colheita (BOTELHO et al., 2002; LIMA, 2003; MOURA NETO et al., 2008; WERNER et al., 2009). Contudo, diversos aspectos devem ser considerados sobre o suprimento de Ca para os frutos. Por ser pouco móvel na planta, o melhor modo de suprir cálcio para os frutos é por meio da pulverização direta destes órgãos (DANNER et al., 2009). Contudo, conforme Monge et al. (1994), o cálcio é translocado no metabolismo vegetal pelo xilema, por meio do fluxo de transpiração, e parte do cálcio realocado nos frutos acaba sendo movido para regiões meristemáticas onde há maiores taxas de transpiração, como por exemplo, folhas em crescimento. Além disso, os solos do estado de São Paulo são ácidos, com reduzidos teores de cátions básicos, como o cálcio.

Face ao exposto, estudos que busquem o desenvolvimento de uma técnica adequada sobre a forma de aplicação do cálcio e seus efeitos sobre a qualidade da goiaba são de grande relevância, podendo ser importante ferramenta para a cadeia de comercialização dos frutos, sobretudo da cultivar Paluma, cultivar amplamente cultivada e com alta perecibilidade. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar as implicações do uso de cloreto de cálcio em pré-colheita, sobre a qualidade pós-colheita dos frutos de goiabeira cultivar Paluma.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Origem e botânica da goiabeira

A goiabeira é uma planta de origem americana, com ocorrência desde o sul do México até o Brasil. Pertence à classe *Dicotyledonae*, ordem *Myrtiflorae*, subordem *Myrtineae*, família *Myrtaceae*, gênero *Psidium* e espécie *Psidium guajava* L. (MANICA et al., 2000). A maioria das espécies da família *Myrtaceae* é cultivada em regiões tropicais e subtropicais com fins comerciais, dentre elas estão a pitangueira (*Eugenia uniflora*) e a jabuticabeira (*Myciaria jaboticaba*) (COSTA; COSTA, 2003).

A espécie *P. guajava* L. possui porte de pequeno a médio, com três a seis metros de altura, podendo atingir até nove metros de altura. É uma planta perene, com flores hermafroditas e com renovação das folhas no início da primavera (COSTA; COSTA, 2003). Em cultivos comerciais, são realizadas podas anuais que promovem redução no porte das plantas, atingindo em torno de três metros de altura (FUMIS; SAMPAIO, 2011).

Em função da técnica de propagação empregada na produção de mudas, neste caso a estaquia herbácea, o sistema radicular da goiabeira tende a ser ramificado e superficial. Conforme Fumis e Sampaio (2011), o conjunto de raízes é formado por raízes adventícias primárias, que se concentram a 30 cm de profundidade no solo. Verticalmente a essas raízes primárias, crescem as raízes secundárias, que podem alcançar à profundidade de até cinco metros. Destas raízes desenvolvem-se as radículas.

O caule da goiabeira apresenta casca lisa, castanha-arroxeadada, delgada e que se desprende em lâminas com a idade e possui um diâmetro variável. Devido à ramificação precoce pela planta, seu caule não é totalmente cilíndrico, é ramificado desde a base e nodoso. Os ramos com o amadurecimento passam da coloração verde para marrom-escuro e tornam-se mais rígidos. Os ramos maduros são tortuosos, redondos, com a casca glabra, lisa e castanho-arroxeadada-clara, a qual mais tarde solta-se em forma de lâminas (MANICA et al., 2000).

As folhas são opostas, inteiras, oblongas, com a presença de glândulas oleíferas, grossas, coriáceas, de coloração verde-amarelada, caindo após a maturação. Na face superior são glabras, com nervuras impressas e com limbos ligeiramente lustrosos.

Já na face inferior, apresentam nervuras acentuadas, com fina pubescência esbranquiçada quando jovens e de cor escura quando adultas (PEREIRA, 1995).

A inflorescência da goiabeira é do tipo dicásio, ou seja, a gema florífera do ano desabrocha e uma nova inflorescência se desenvolve trazendo um botão na extremidade do eixo. Este botão possui em sua base duas brácteas opostas, em cujas axilas surgem mais dois novos botões floríferos laterais. Cada um desses botões laterais possui duas brácteas opostas, indicando que poderiam nascer outros dois botões florais laterais, formando o sistema dicásio (PEREIRA; MARTINEZ JUNIOR., 1986). Como consequência, as flores da goiabeira apresentam-se isoladas ou em grupos de dois ou três. As flores são brancas, hermafroditas, tetrâmeras ou pentâmeras, com quatro a cinco pétalas. Possuem estames longos e numerosos e um único pistilo central, sendo o cálice persistente. O ovário é plurilocular e ínfero (MANICA et al., 2000).

A goiabeira possui fruto do tipo baga, podendo ser ovoide, piriforme, arredondado, ovalada-globosa, variando conforme a cultivar, podendo atingir dimensões de quatro a doze centímetros de comprimento e de cinco a sete de largura. Os frutos têm a coloração verde e sua casca pode ser rugosa ou lisa, fina ou grossa, variando de acordo com as cultivares. Com a maturação, os frutos passam a uma coloração verde-amarelada. A coloração da polpa também varia, podendo ser branca, vermelha, rosada, amarela ou salmão, enquanto o sabor varia do adocicado ao ácido (COSTA; COSTA, 2003).

2.2 Caracterização, colheita e pós-colheita da goiaba ‘Paluma’

Existem várias cultivares de goiabeira, as quais se diferenciam de acordo com a coloração da polpa, hábito de crescimento, época de produção, produtividade, formato e tamanho do fruto, vida útil pós-colheita, resistência às pragas e doenças, características físico-químicas do fruto e também, quanto ao destino de produção (FUMIS; SAMPAIO, 2011).

A goiabeira ‘Paluma’ é resultante do programa de Melhoramento Genético de Frutíferas, desenvolvido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária de Jaboticabal – São Paulo (FCAV-UNESP – Jaboticabal), onde a seleção foi obtida de sementes de plantas de polinização aberta de ‘Rubi Supreme’ pelo Prof. Dr. Fernando Mendes Pereira (PEREIRA; NACHTIGAL, 2002).

A cultivar Paluma possui ramos de crescimento lateral e longos, folhas grandes e boa tolerância às doenças, principalmente à ferrugem (*Puccinia psidii*). As plantas são altamente produtivas (mais de 50 t ha⁻¹), vigorosas e de colheita tardia. Os frutos possuem coloração de polpa vermelha, casca lisa e formato piriforme com pescoço curto. O peso dos frutos varia de 200 gramas em frutos sem o desbaste, e até 500 gramas em plantas submetidas a um raleio intenso (MANICA et al., 2000).

A polpa dos frutos apresenta consistência firme, espessa e cor vermelha intensa (COSTA; COSTA, 2003). Possui alto teor de sólidos solúveis (± 10 °Brix), sabor e aroma agradáveis e rendimento em polpa estimado em 93,76% (POMMER et al., 2006). Porém, apresenta menor vida útil pós-colheita quando comparada às cultivares Pedro Sato, Sassaoka e Kumagai. Por este motivo, deve atender mercados mais próximos da região produtora (FUMIS; SAMPAIO, 2011). Segundo Durigan (1997), a goiaba Paluma tem uma baixa vida útil pós-colheita, com apenas 3 dias quando mantida em temperatura ambiente $\pm 25^{\circ}\text{C}$.

A goiaba é uma fruta consumida tanto *in natura*, quanto industrializada, nas formas de suco, geleias e doces. Por ser um fruto climatérico, após a colheita, apresenta aumento da taxa respiratória e alta produção de etileno, promovendo uma série de alterações de cor, sabor e textura durante seu amadurecimento (PEREIRA et al., 2006). Segundo Ramos et al. (2013), um dos grandes problemas para a comercialização da goiaba de mesa é a alta perecibilidade.

O ponto de colheita em frutos de goiabeira tem a finalidade de assegurar a boa qualidade dos frutos, e é estabelecido com base nos índices de maturação, que são definidos pelas alterações físicas e químicas ocorridas durante o amadurecimento (CAVALINI et al., 2006). A rápida perda de coloração verde da casca, o amolecimento, a incidência de podridões, a perda de brilho e o murchamento são os principais fatores que causam depreciação da sua qualidade em pós-colheita (JACOMINO et al., 2001). Deste modo os frutos devem ser colhidos com casca de cor verde, ao atingirem a maturação fisiológica e ainda firmes, com início do surgimento da cor amarela na base dos frutos (GARCIA, 1978).

A firmeza da goiaba diminui em função do amadurecimento, passando de 25,0 N, no fruto “de vez”, para 5,0 N, no fruto “muito maduro” (VASQUEZ-OCHOA; COLINAS-LEON, 1990). Ao passo que a solubilização de açúcares aumenta o sabor doce dos frutos. Além das alterações físicas e químicas que ocorrem nos frutos em função do amadurecimento, sobretudo em função da rápida deterioração, quando

armazenadas em condições inadequadas, é comum o surgimento de injúrias provocadas por microrganismos fitopatogênicos.

Na goiaba, as principais doenças de pós-colheita são a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz e *C. acutatum* Simmonds), a pinta preta (*Guignardia psidii* Ullasa e Rawal [anamorfo: *Phyllosticta psidiicola* (Petrak)]) e a podridão de *Fusicoccum* sp., as quais são classificadas como doenças quiescentes, ou seja, a infecção ocorre em pré-colheita, porém os patógenos permanecem de forma latente até a maturação dos frutos, com desenvolvimento somente após alterações físicas e fisiológicas, como o aumento de açúcares solúveis (FISCHER et al., 2011).

2.3 O papel do cálcio sobre o amadurecimento e qualidade dos frutos

Um fator de grande importância para as frutíferas, como é o caso da goiabeira, é o tempo de armazenamento pós-colheita, pois como já mencionado, um dos principais entraves para a comercialização da goiaba de mesa é sua alta perecibilidade. Muitas pesquisas vêm sendo desenvolvidas nessa área, dentre elas, a utilização do cálcio em pré e pós-colheita, técnica que tem promovido efeitos benéficos em frutas como manga (EVANGELISTA et al., 2002), goiaba (GOUTAM et al., 2010), mirtilo (ANGELETTI et al., 2010), maçã (KATSURAYAMA et al., 2011; ORTIZ et al., 2011), amora preta (MODESTO, 2017) e figo (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2018).

Os efeitos do cálcio nos frutos têm recebido muita atenção, visto que as aplicações permitem a obtenção de efeitos positivos tanto no retardamento da maturação e da senescência, como no controle de distúrbios fisiológicos e na conservação dos frutos (AWAD, 1993). O cálcio participa na preservação da integridade e funcionalidade das membranas celulares e na manutenção da consistência firme do fruto. De modo que para se evitar e tentar controlar esses distúrbios, soluções contendo cálcio podem ser utilizadas (PAULA et al., 2007).

O cálcio é um macronutriente vegetal que desempenha na planta funções estruturais, de mensageiro secundário e de regulação enzimática. Ele colabora para um adequado desenvolvimento das plantas, pois beneficia diversos processos metabólicos, como a formação da parede celular, a constituição da lamela média, a regulação da funcionalidade da membrana celular e na ativação de alguns sistemas

enzimáticos (MENGEL; KIRKBR, 2000). Quando o conteúdo no fruto é baixo, a taxa de respiração aumenta acelerando a maturação e a senescência dos frutos (AULAR; NATALE, 2013).

Dentre os nutrientes, o cálcio é o que apresenta maior associação com a firmeza e a redução de desordens fisiológicas nos frutos, controla o processo de desintegração da mitocôndria, do retículo endoplasmático, reduz a taxa respiratória, prolonga a vida pós-colheita, mantém a firmeza, reduz a degradação das pectinas e a ocorrência de doenças (MANICA et al., 2000; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As alterações na textura de frutas e hortaliças são devidas, principalmente, à degradação de substâncias pécticas presentes nos tecidos destes vegetais (CHITARRA e CHITARRA, 2005). Estas substâncias estão ligadas de forma inter e intra molecular pelo cálcio, que aumenta a estabilidade do complexo por limitar a ação das enzimas pectolíticas, como a poligalacturonase (PG) e a pectinametilesterase (PME). Deste modo, quando presente, o cálcio limita a ação destas enzimas (CAMARGO et al., 2000).

A PG está presente na maioria dos frutos, ela é responsável pela catalização da hidrólise das ligações $\beta - 1,4$ entre os resíduos de ácido galacturônico presentes no interior da cadeia de pectina (YAMAMOTO et al., 2011). Por outro lado, a PME é responsável por desesterificar compostos pécticos da parede celular das plantas através da hidrólise de grupos metil-ester. Esta reação resulta na formação de uma pectina de menor grau de metilação, facilmente afetada pela PG. A ação conjunta destas enzimas representa um papel fundamental no processo de amolecimento dos frutos durante seu amadurecimento (SANTANA et al., 2008). Desta forma, o estudo de técnicas que resultem no aumento da concentração de cálcio nos frutos, pode promover menor ação destas enzimas e, conseqüentemente, desacelerar a perda de firmeza dos frutos.

Avaliando o efeito da aplicação pré-colheita de cálcio em maçãs da cultivar Fuji Kiku-8, Ortiz et al. (2011) verificaram maior firmeza para frutos tratados com este mineral. Resultado semelhante foi observado por Angeletti et al. (2010), aplicando cálcio em pré-colheita de mirtilo. Em função da manutenção da estrutura celular e maior firmeza dos frutos, o cálcio ainda auxilia no controle e redução de infecções por microrganismos causadores de podridões em pós-colheita e na perda de massa dos frutos devido à maior resistência da parede celular.

Na Índia, em experimento com figos, Irfan et al. (2013) reportam que a imersão dos frutos em solução com 4% de cloreto de cálcio reduziu a incidência de injúrias microbiológicas. Da mesma forma, em experimento com diferentes fontes de cálcio aplicadas no solo em cultivo da videira 'Vênus', Danner et al. (2009) também verificaram menor perda de massa nas bagas tratadas com cálcio, assim como menor incidência de podridões. Há relatos ainda da redução da perda de massa dos frutos de mirtilheiro com adequada adubação de cálcio (ANGELETTI et al., 2010). Neste sentido, a aplicação de cálcio em goiabeira 'Paluma' pode ainda auxiliar na redução de injúrias provocadas por microrganismos após a colheita.

Além das implicações sobre a firmeza dos frutos, a desestruturação da parede celular promovida pela ação das enzimas pectolíticas promove aumento da solubilidade de polissacarídeos ricos em açúcares neutros (VICENTE et al., 2007). Deste modo, a menor atividade destas enzimas promovida pela aplicação de cálcio pode reduzir a solubilização dos açúcares, como reportado por Angeletti et al. (2010), os quais verificaram que frutos de mirtilo adubados com cálcio apresentam menor quantidade de açúcares neutros.

No tocante a algumas características físico-químicas, como os sólidos solúveis e acidez titulável, há relatos de poucos efeitos da aplicação de cálcio sobre estas características, como reportado por Ortiz et al. (2011) e Angeletti et al. (2010). Todavia, verifica-se que frutos tratados com este mineral conseguem manter sua qualidade por maior tempo. Irfan et al. (2013) afirmam que a imersão de figos em solução com 4% de cloreto de cálcio é eficaz na manutenção da cor, acidez, teor de ácido ascórbico e açúcares redutores.

Há relatos ainda da participação do cálcio na síntese de ácido ascórbico. Na presença de grande quantidade de cálcio pode haver movimentação deste íon a partir dos vacúolos e espaços intercelulares para o citoplasma das células, desencadeando maior atividade do ciclo ascorbato-glutationa, responsável pela síntese de ácido ascórbico (HUNG et al., 2007). Este processo é reflexo do sistema de proteção da planta contra o estresse oxidativo, pois o ácido ascórbico funciona como antioxidante na planta, regulando as quantidades de espécies reativas de oxigênio (ROS) que contribuem para as injúrias decorrentes do estresse, causando danos celulares (HUANG et al., 2005), os quais são visíveis nas folhas, em forma de lesões, principalmente quando o cálcio é aplicado em excesso. Modesto (2017) verificou que

frutos de amoreira preta pulverizados com cloreto de cálcio (1,5 - 4,5%) em pré-colheita apresentaram maior teor de ácido ascórbico após a colheita.

Outro aspecto importante é que quando o teor de cálcio nos frutos é aumentado, além de contribuir para um aumento da tolerância ao estresse na planta, preservar a integridade e funcionalidade das membranas celulares e promover a manutenção da consistência dos frutos, também promove um enriquecimento nutricional. Ou seja, ocorre uma biofortificação do fruto com cálcio. O objetivo da biofortificação com cálcio é de aumentar a concentração desse mineral nas culturas sem prejudicar seu crescimento (MINGOTE, 2016).

2.4 Fontes e modos de aplicação do cálcio

Diferentes formas de cálcio podem ser utilizadas, como por exemplo, cloreto de cálcio, nitrato de cálcio, fosfato de cálcio, proprionato de cálcio, carbonato de cálcio, dentre outras. (VALERO; SERRANO, 2010). Nos tratamentos de pulverização foliar, as fontes mais utilizadas são o cloreto de cálcio e o nitrato de cálcio, os quais são aplicados em diferentes estágios de desenvolvimento de frutos, podendo ser aplicado desde a floração até 48 horas antes da colheita, em concentrações de 0,5 a 10% (AGUSTI et al., 2004; SERRANO et al., 2004; LESTER; GRUSAK, 2004; RANDHAWA et al., 2009).

Duas fontes de cálcio aplicadas em pré-colheita foram testadas em pêssegos cv. 'Andross', sendo cloreto de cálcio e uma forma de cálcio quelatizado, os quais responderam com melhoria na firmeza dos frutos, porém com destaque para o cloreto de cálcio pela redução da podridão parda (MANGANARIS et al., 2005). Em goiaba, pesquisas vêm sendo realizadas com a aplicação do cálcio em pré-colheita. Goutam et al. (2010) aplicou nitrato de cálcio 15 dias antes da colheita em goiabas da cv. Sardar, obtendo resultados satisfatórios com base nos atributos de qualidade e deterioração, com a concentração de 1%.

Quanto ao modo de aplicação, o cálcio pode ser fornecido para a planta via solo, por pulverização da parte aérea ou por imersão dos frutos na pós-colheita. Contudo, quando aplicado no solo, a absorção do cálcio é restringida por baixas temperaturas radiculares e altos níveis de cátions, como K^+ , Mg^{2+} , e particularmente, o NH_4^+ , além do estresse hídrico oriundo da baixa umidade ou alta salinidade do substrato (FONTES, 2003). Todavia, Natale et al. (2005) reportou que a aplicação de

cálcio via calagem é efetiva na organização subcelular de frutos de goiabeira, com aumento da vida de prateleira dos frutos, evidenciando a importância de manter os níveis deste nutriente adequados.

Quando aplicado via pulverização, deve-se atingir os frutos, pois sua translocação a partir do local de aplicação é baixa (DANNER et al., 2009). Ressalta-se que a movimentação do cálcio está estritamente relacionada à translocação de água na planta, sendo assim, as folhas são o dreno principal devido sua elevada transpiração (MARTINEZ, 2004). Desta forma, o baixo teor de cálcio nos frutos pode ser atribuído ao crescimento vigoroso da parte vegetativa da planta, como reportado por Katsurayama et al. (2011) em maçã 'Catarina', a qual possui alto vigor e em função do aumento da área foliar, há também aumento da superfície de transpiração, resultando em menor aporte de cálcio para os frutos via xilema.

A perda de cálcio dos frutos em função da transpiração das folhas pode ser de até 10 mg kg⁻¹ de peso fresco deste nutriente (MONGE et al., 1994). Tal fato evidencia a necessidade da continuidade do suprimento de cálcio aos frutos por meio de pulverizações realizadas durante toda a fase de crescimento dos frutos, com vista a permitir a manutenção de teores adequados.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Caracterização da área experimental

O trabalho foi realizado na Fazenda Experimental São Manuel pertencente a Faculdade de Ciências Agronômicas, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), localizada no município de São Manuel, situada à: 22° 44' 28" S e 48° 34' 37" O e a 740 m de altitude. Segundo a classificação de Köppen, o clima do município, é do tipo Cfa (Clima Temperado Mesotérmico), com chuvas concentradas entre novembro e abril e precipitação média anual de 1376,7 mm, com temperatura média do mês mais quente superior a 22° C (CUNHA; MARTINS, 2009).

O experimento foi realizado com plantas da cultivar Paluma implantadas em janeiro de 2015, no espaçamento de seis metros entre linhas e quatro entre plantas, conduzidas sem irrigação. O solo da área, de acordo com classificação da Embrapa (1999) é um Latossolo Vermelho Distrófico Típico.

3.2 Condução das plantas

3.2.1 Análises (solo e folha), calagem e adubações

Com a finalidade de se adequar os teores de nutrientes no solo, realizou-se análise do solo na área experimental em junho de 2017. Foram coletadas amostras na profundidade de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm de profundidade, as quais foram posteriormente encaminhadas para o Laboratório de Fertilidade do solo do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da UNESP/FCA, em Botucatu/SP. Os dados referentes a análise química do solo encontram-se nas tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Análise de solo da área experimental, São Manuel, 2017.

Prof. (cm)	pH CaCl ₂	M.O. G dm ⁻³	P _{resina} mg/dm ³	Al ³⁺ -----	H+Al	K	Ca	Mg	SB	CTC	V%
							mmol _c dm ⁻³				
0-20	5,8	7	10	0	11	0,9	17	4	22	33	67
20-40	5,6	5	9	0	11	0,6	11	4	15	26	57

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo. DCS-FCA.

Tabela 2 – Análise de solo da área experimental, micronutrientes e enxofre, São Manuel, 2017.

Prof. (cm)	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- mg dm ⁻³ -----					
0-20	9	0,19	0,8	17	13,5	1,3
20-40	8	0,16	1,2	15	8,9	0,7

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo. DCS-FCA.

A necessidade de calagem e a adubação foi calculada com base nos resultados da análise de solo, utilizando-se o software FERT-GOIABA® (SILVA et al., 2009). Não foi necessária a aplicação de calcário, tendo em vista que para a goiabeira segundo Natale et al. (2005), a porcentagem de saturação de bases é de 50% na linha e 65% na entrelinha.

A adubação foi parcelada em 4 aplicações:

- a) 1ª Parcela – após a poda – 1300g/planta do formulado 20-00-15 + 550 g/planta de super simples;
- b) 2ª Parcela – em pleno florescimento – 1300 g/planta do formulado 20-00-15;
- c) 3ª Parcela – um mês após o florescimento – 1300 g/planta do formulado 20-00-15;
- d) 4ª Parcela – dois meses após o florescimento – 1300 g/planta do formulado 20-00-15;

A adubação foi realizada na projeção da copa, em um raio de 0,6 m de largura (Figura 1).

Figura 1 – Goiabeira ‘Paluma’ após a adubação em 27 de outubro de 2017. São Manuel/SP.

Antes das aplicações de CaCl_2 realizou-se, em 10 de novembro de 2017, amostragem das folhas para análise química, conforme metodologia proposta por Natale et al. (2002). Coletaram-se, aleatoriamente, quatro pares de folhas sadias (terceiro par de folhas recém-maduras com pecíolo) em 25 plantas, sendo as amostras acondicionadas em sacos de papel, secas em estufa ($\pm 60^\circ\text{C}$) até peso constante, moídas e enviadas para o Laboratório de Fertilidade do solo do Departamento de Solos e Recursos Ambientais da UNESP/FCA, em Botucatu/SP. Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Teores de macro e micronutrientes de folhas de goiabeira ‘Paluma’ coletadas em pleno florescimento, São Manuel, 2017.

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
----- g kg ⁻¹ -----						----- mg kg ⁻¹ -----				
21	1,8	17	8	2,7	1,1	14	8	84	66	23

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo. DCS-FCA.

Foram realizadas aplicações de ácido bórico ($60\text{ g } 100\text{ L}^{-1}$) e sulfato de zinco ($500\text{ g } 100\text{ L}^{-1}$) logo após o florescimento, conforme análise foliar e recomendação de Natale et al. (2001).

3.2.2 Poda de produção

De modo a preparar as plantas para o período produtivo, realizou-se a poda de produção no dia 18 de setembro de 2017, na qual os ramos do ano anterior foram encurtados a 3 cm a partir da base. Na ocasião da poda, retiraram-se alguns ramos para facilitar a incidência de luz e o arejamento no interior da planta. Eliminaram-se ainda os ramos defeituosos, secos e baixos (RAMOS et al., 2010).

Figura 2 – Vista parcial da área experimental com goiabeiras ‘Paluma’ após a poda, São Manuel/SP, 2017.



3.2.3 Controle de pragas, doenças e plantas invasoras

O controle de pragas e doenças foi realizado utilizando-se produtos registrados para a cultura. As pragas foram monitoradas, e quando atingiram o nível de controle foram aplicados os defensivos. Os defensivos utilizados para o controle de pragas e doenças, bem como suas doses, seguem abaixo:

- Imidacloprido (Provado®) com a dosagem de 5 mL 20 L⁻¹ de água para controle do *Triozoida limbata*;
- Oxicleto de cobre (Recop®) com a dosagem de 4 g 20 L⁻¹ de água para controle de *Erwinia psidii* e *Puccinia psidii*;
- Azoxistrobina (Amistar WG®) com a dosagem de 3 g 20 L⁻¹ de água para controle de *Puccinia psidii*.

Foram instaladas armadilhas para a mosca-das-frutas (*Anastrepha* sp.), no dia 26 de dezembro de 2017, que foram trocadas a cada 15 dias (Figura 3).

Figura 3 – Armadilha para mosca-das-frutas instalada em planta de Goiabeira ‘Paluma’. São Manuel/SP, 2017.



FOTO: Luiza Rocha Ribeiro, 2017

As plantas espontâneas foram controladas com roçadeira.

3.3 Aplicação do cloreto de cálcio

As aplicações do CaCl_2 foram realizadas por meio de pulverização com auxílio de pulverizador costal de 20 L. Utilizaram-se as concentrações de 0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2% de CaCl_2 juntamente com 2 mL do espalhante adesivo Agral® por litro de água. A primeira aplicação foi realizada quando as plantas estavam no estágio 5 da fenologia da goiabeira (SOUZA FILHO, 2003), ou seja, quando os frutos atingiram em torno de 1,5 centímetro de diâmetro (Figura 4). A primeira aplicação foi no dia 05 de dezembro de 2017 e a partir dessa data o intervalo de aplicação foi de 14 dias até o início de março, totalizando sete aplicações. As pulverizações foram dirigidas aos ramos, folhas e principalmente, frutos, aplicando-se aproximadamente 4 litros de calda por planta, o que corresponde a 1700 L de calda por ha^{-1} .

De modo a evitar a deriva de produto entre plantas de tratamentos (concentrações) distintos, utilizou-se como barreira física, lona plástica entre as plantas durante a aplicação do produto (Figura 4A).

Figura 4 – Aplicação do CaCl_2 em goiabeira ‘Paluma’ com auxílio de pulverizador costal e barreira plástica para impedir deriva (A). Folhas e frutos após a aplicação do CaCl_2 (B). Dezembro de 2017, São Manuel/SP.



3.4 Colheita e armazenamento

Os frutos foram colhidos em 12 de março de 2018. Considerou-se o ponto de colheita adotado pelos produtores de goiaba, ou seja, quando atingiram a maturidade fisiológica e apresentavam-se firmes e com casca verde, com início da cor amarela na base dos frutos (GARCIA, 1978).

Após colhidos, os frutos foram transportados para o laboratório de fruticultura, localizado na UNESP/FCA em Botucatu – SP. No laboratório, foram lavados em água corrente e secos em condição ambiente. Em seguida, os frutos foram dispostos em bandejas e colocados sobre a bancada, onde permaneceram por 0, 2, 4 e 6 dias em condições ambiente ($\pm 25\text{ }^{\circ}\text{C}$), monitoradas por termômetro, para posterior avaliação. Foram utilizados oito frutos por parcela.

3.5 Avaliações

3.5.1 Teores de nutrientes após as aplicações de CaCl_2

Avaliaram-se os teores de macro e micronutrientes em amostras de folhas e frutos. Após o término das aplicações, coletaram-se 25 pares de folhas (terceiro par expandido) em 12 plantas por concentração de CaCl_2 . Para a aferição dos teores nos

frutos, amostras foram coletadas a partir das parcelas de cada concentração. As amostras de folhas e frutos foram secas em estufa (60 °C), com circulação forçada de ar, até peso constante e moídas para posterior avaliação. O teor de cálcio foi determinado conforme metodologia descrita por Malavolta, Vitti e Oliveira (1997). Após a digestão das amostras o cálcio teve a absorbância medidas em espectrofotômetro de absorção atômica em 422.2 nm. Os resultados foram expressos em g kg⁻¹.

3.5.2 Perda de massa dos frutos

Para a quantificação da perda de massa, os frutos foram pesados diariamente num período de seis dias. Foram escolhidas amostras representativas de cada parcela experimental. Com base nos dados de massa aferidos, foi calculada a perda de massa por meio da seguinte equação:

$$- \% PM = 100 - \left(PA * \frac{100}{PI} \right) \quad (1)$$

- % PM = porcentagem de perda de massa
- PI = peso inicial (dia zero)
- PA = peso no dia de avaliação

3.5.3 Caracterização física e físico-químicas dos frutos

As avaliações físicas e físico-químicas foram realizadas logo após a colheita (dia 0) e após dois, quatro e seis dias de armazenamento.

Para avaliar os efeitos do CaCl₂ aplicado em pré-colheita nos frutos da goiabeira, avaliaram-se as seguintes variáveis:

- **Comprimento e diâmetro:** obtidos com paquímetro digital (Starret 799) e expressos em milímetros (mm);
- **Firmeza:** determinada nos frutos com o auxílio do texturômetro (TA. XT Plus Texture Analyser) com PROBE ponta de prova SMS P/2N e velocidade de penetração de 10,0 mm s⁻¹ realizado no CERAT – Centro de Raízes e Amidos

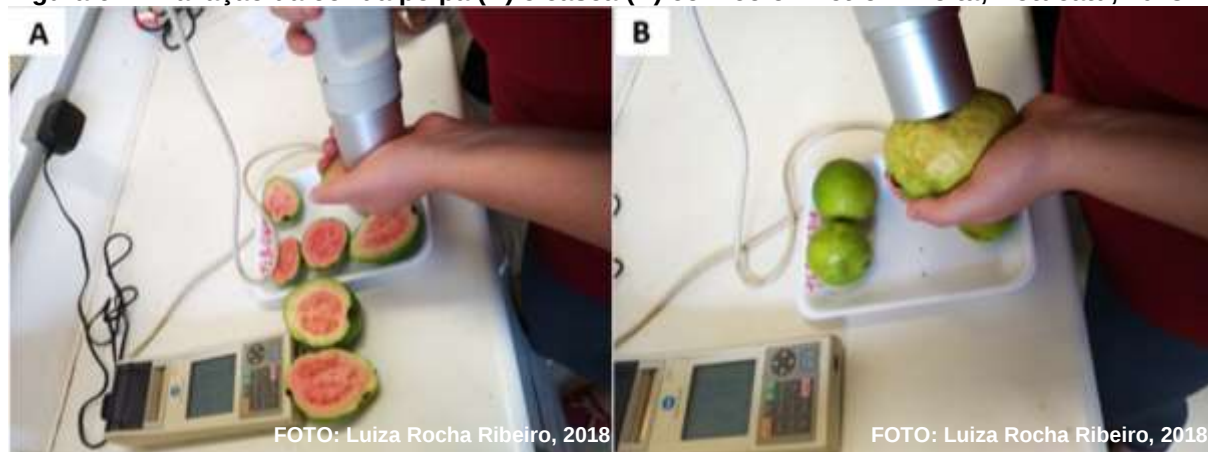
Tropicais. A leitura foi realizada em dois diferentes pontos centrais dos frutos (Figura 5), cujos resultados obtidos foram expressos em Newton (N).

Figura 5 – Avaliação de firmeza na goiaba, Botucatu/SP, 2018.



- **Cor:** determinada na polpa (Figura 6A) e na casca (Figura 6B) dos frutos por meio da utilização do colorímetro Minolta no modo de reflectância, utilizando iluminação difusa, iluminante C (tipo de fonte de luz que representa a média da luz de dia, com temperatura de cor de 6740 °K) e os ângulos de 0° e de 2°, referentes aos ângulos de detecção e do observador, respectivamente no laboratório do CERAT – Centro de Raízes e Amidos Tropicais. Efetuaram-se duas leituras por fruto, na casca em lados oposto da sua região equatorial e na polpa, os frutos foram cortados ao meio e obteve-se a leitura das duas metades do fruto. Com base nos dados observados foi calculada a saturação e intensidade das cores. Os parâmetros avaliados foram *L*, *a* e *b*, a partir deles foi calculada a saturação e intensidade das cores.

Figura 6 – Avaliação da cor da polpa (A) e casca (B) com colorímetro Minolta, Botucatu, 2018.



- **Potencial hidrogeniônico (pH):** mensurado em extratos de frutos homogeneizados, utilizando-se pHmetro (Digital DMPH-2), segundo a técnica da AOAC (2005);
- **Ácido ascórbico:** determinado de acordo com metodologia da redução do indicador 2,6-diclorofenol indolfenol-sódio (DCFI) pelo ácido ascórbico, por meio de titulação. Foram pesados 10 g de polpa e colocados em erlenmeyer com 50 mL de solução de ácido oxálico (MAPA, 2017). Os resultados foram expressos em mg 100 mL⁻¹.
- **Acidez titulável (AT):** expressa em porcentagem de ácido cítrico, com titulação com hidróxido de sódio (NaOH) a 1,0N, em solução de 1 mL de suco, 50 mL de água destilada e 0,3 ml de fenolftaleína (Instituto Adolfo Lutz, 2005);
- **Sólidos solúveis (SS):** expresso em °Brix, medido com auxílio de refratômetro digital;
- **Índice de maturação:** obtido por meio da relação entre o conteúdo de sólidos solúveis e a acidez titulável;
- **Açúcares não redutores e totais:** foi utilizada a metodologia descrita por Somogy, adaptada por Nelson (1944). O aparelho utilizado foi o espectrofotômetro modelo 1105 – Bel Photonics, sendo a leitura realizada à 535 nm e os resultados expressos em porcentagem;

- **Incidência de podridão:** determinada pela contagem do número de frutos com pelo menos uma lesão de diâmetro maior que 3 mm, os resultados foram expressos em porcentagem de frutos com podridão.

3.5.4 Avaliações enzimáticas

- **Extração e determinação da atividade da poligalacturonase (PG):** foram homogeneizadas 5 g de amostra em água destilada resfriada conforme a metodologia descrita por D’Innocenzo e Lajolo (2001). As amostras homogeneizadas foram, em seguida, filtradas em tecido fino (organza) e o resíduo ressuspensionado em cloreto de sódio (NaCl) 1 mol L⁻¹. Com auxílio de um pHmetro, o pH foi ajustado para 6,0 com hidróxido de sódio (NaOH) e logo incubado em câmara fria na temperatura de 4 °C por uma hora. Após o período de resfriamento, uma nova filtragem foi realizada em papel filtro e o filtrado guardado em frascos âmbar. O extrato foi incubado com adição de 1 mL de pectina cítrica gelado por 3 horas. A reação foi interrompida em banho-maria fervente por 5 minutos. Para a análise dos grupos redutores e totais (açúcares solúveis) foi utilizada a metodologia de Somogy, modificada por Nelson (1944). O branco utilizado foi um extrato inativo termicamente e incubado nas mesmas condições do extrato. Os resultados foram expressos em U.E. min⁻¹g⁻¹ de tecido.
- **Extração e determinação da atividade da pectinametilesterase (PME):** seguindo a metodologia descrita por D’Innocenzo e Lajolo (2001), as amostras foram homogeneizadas em mixer, testando 1, 2, 3 e 5 g de amostra com adição de 20 mL de cloreto de sódio (NaCl) 0,2 mol L⁻¹ resfriado. Em seguida, o extrato foi acondicionado em frascos âmbar pequenos. Para a determinação, 30 mL de pectina cítrica a 1% foi adicionada a 1 mL do extrato e o pH foi mantido em torno de 7,0, por 10 minutos, com hidróxido de sódio (NaOH) 0,01 mol L⁻¹. Uma unidade de PME foi definida como a quantidade de enzima capaz de catalisar a desmetilação de pectina correspondente ao consumo de 1 nmol de NaOH min⁻¹ g⁻¹ de massa fresca e o resultado foi expresso em U.E. min⁻¹g⁻¹ de tecido.

3.6 Delineamento experimental e análise estatística

No campo, o experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso, com cinco tratamentos (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2% de CaCl_2) e quatro blocos com três plantas por parcela, totalizando 60 plantas. Para as análises dos teores de nutrientes em folhas e frutos após as aplicações de CaCl_2 , considerou-se este delineamento.

Contudo, para as demais avaliações, considerou-se o período de armazenamento dos frutos. Deste modo, com base no delineamento de campo, as parcelas correspondentes às concentrações (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2% de CaCl_2) foram divididas em subparcelas correspondentes aos dias de armazenamento (0, 2, 4 e 6 dias), perfazendo-se um esquema em parcelas subdivididas. Cada subparcela foi composta por quatro repetições de oito frutos, totalizando 640 frutos avaliados.

Após as avaliações, os dados foram submetidos à análise de normalidade e posteriormente realizou-se análise de variância aos níveis de 1 e 5% de probabilidade. Em caso de variância significativa, aplicou-se a análise de regressão para avaliação das concentrações de CaCl_2 e para os dias de armazenamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Teores de cálcio em folhas e frutos

As aplicações de CaCl_2 interferiram significativamente nos teores de cálcio das folhas e dos frutos (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores do teste F, coeficiente de variação e médias dos teores de cálcio nas folhas e frutos de goiabeira ‘Paluma’ submetida à aplicações pré-colheita de CaCl_2 . São Manuel-SP, 2018.

FV	GL	Teor de Ca nas folhas	Teor de Ca nos frutos
Bloco	3	0,41 ^{ns}	1,05 ^{ns}
Concentrações de CaCl_2	4	5,00 ^{**}	1,66 [*]
CV (%)		2,16	9,69
Média		9,35	0,77

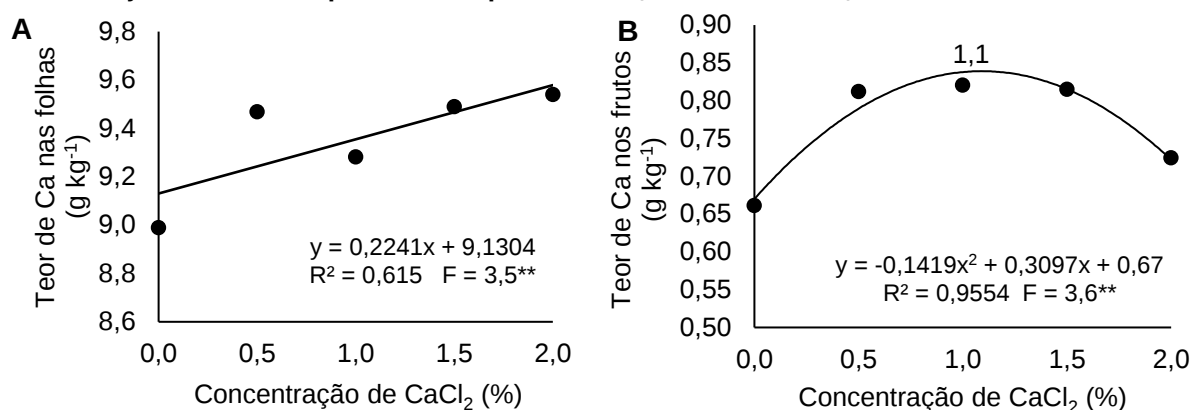
* = Significativo a 5%; ** = significativo a 1%; ^{ns} = não significativo pelo teste F.

O teor de cálcio nas folhas de goiabeira ‘Paluma’ aumentou linearmente até a maior concentração de CaCl_2 aplicada (Figura 7A). Os teores de Ca nas folhas, independente da concentração aplicada, estão na faixa de referência para a cultivar Paluma, que de acordo com Natale et al. (1996), é entre 7 e 11 g kg⁻¹.

Enquanto nos frutos de goiabeira ‘Paluma’ o teor de cálcio aumentou de forma quadrática até a concentração estimada de 1,1%, o que resultou em teor de 0,84 g kg⁻¹ de Ca, ou seja, aumento de 27% em comparação aos frutos que não receberam aplicações de CaCl_2 (Figura 7B). Natale et al. (2005) apresentam resultados do teor de cálcio em frutos de goiabeira ‘Paluma’, de 1 g kg⁻¹, após aplicação do cálcio via solo (calcário).

O aumento do teor de cálcio nos frutos, obtido com a aplicação de CaCl_2 , pode ser utilizado de modo estratégico como alternativa para suprir a deficiência deste nutriente na alimentação humana. Deste modo, a aplicação de CaCl_2 apresenta uso potencial como técnica para a biofortificação da goiaba ‘Paluma’ com o cálcio.

Figura 7 – Teor de cálcio em folhas (A) e frutos (B) de goiabeira ‘Paluma’ em função das concentrações de CaCl_2 aplicadas em pré-colheita, São Manuel/SP, 2018.

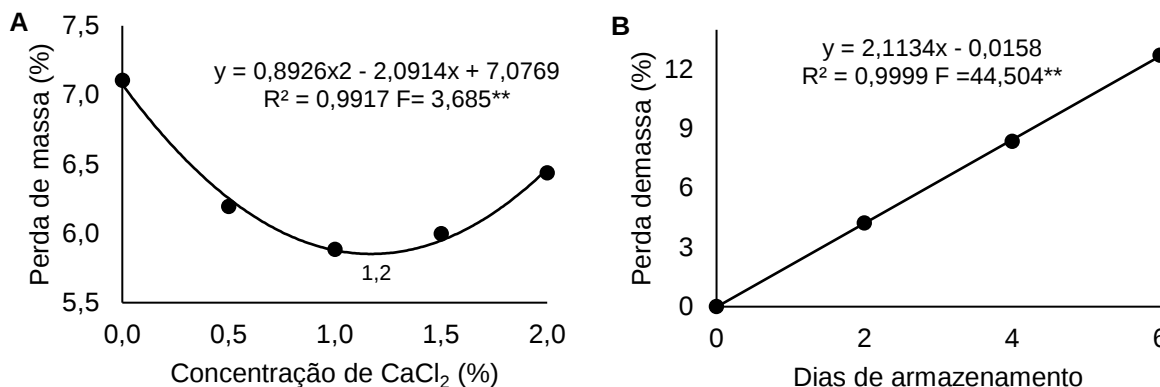


4.2 Perda de massa dos frutos e incidência de podridões

Verificou-se efeito significativo das concentrações de CaCl_2 e dos dias de armazenamento de modo isolado, ou seja, não houve interação entre os fatores. Isso significa dizer que o modo como a perda de massa avançou em função dos dias é semelhante entre as concentrações, embora com diferentes intensidades, visto que houve efeito isolado das concentrações.

Quando avaliada em função das concentrações de CaCl_2 , observou-se diminuição quadrática da perda de massa dos frutos até a concentração estimada de 1,2%, a qual resultou em perda de 5,9%, valor 27% inferior à perda de massa dos frutos não tratados. Concentrações maiores que 1,2% resultaram no aumento da perda de massa, contudo, ainda assim, inferiores à perda dos frutos que não receberam aplicação de CaCl_2 (Figura 8A). Em relação aos dias após a colheita, observa-se que a perda de massa aumentou linearmente até o sexto dia de armazenamento, quando atingiu o maior valor (Figura 8B), com perda de massa de 12,7%.

Figura 8 - Perda de massa de frutos de goiabeira ‘Paluma’ em função das concentrações de CaCl_2 (A) e dos dias de armazenamento (B) a temperatura de $\pm 25^\circ\text{C}$. Botucatu/SP, 2018.

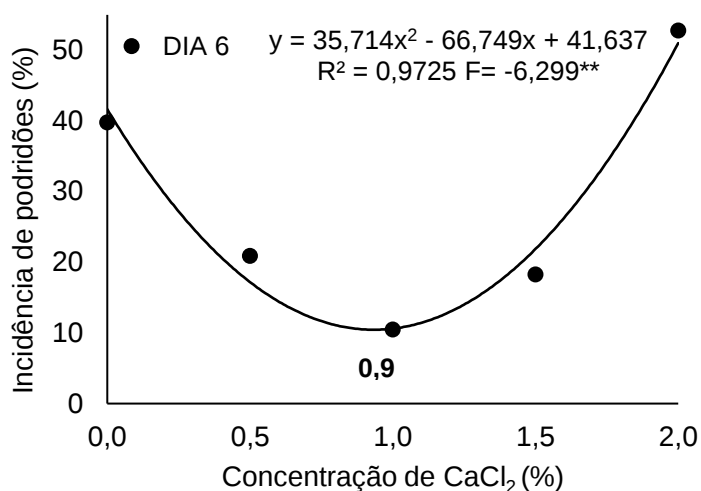


A menor perda de massa obtida nos frutos que receberam aplicações de CaCl_2 é resultante da ação do Ca sobre a estrutura da parede celular. Tal resultado evidencia o papel deste mineral sobre o retardamento da maturação e da senescência (AWAD, 1993). A obtenção de frutos com menor perda de massa é relevante, pois permite a manutenção da aparência visual e assegura a comercialização por maior período. As implicações deste mineral sobre a perda de massa já foram reportadas em outras culturas. Danner et al. (2009) e Angeletti et al. (2010) verificaram menor perda de massa de bagas de uva e mirtilo em função da aplicação de Ca, respectivamente.

Para a incidência de podridões, houve efeito significativo para interação entre as concentrações de CaCl_2 e os dias de armazenamento apenas no sexto dia. Observou-se diminuição quadrática da incidência de podridões até a concentração de 0,9 % de CaCl_2 , quando atingiu 10,4% (Figura 9). Os frutos que não receberam tratamento com CaCl_2 apresentaram menor incidência de podridões que os que receberam a concentração de 2% de CaCl_2 (Figura 9), o que pode estar relacionado aos distúrbios fisiológicos que ocorrem em função do excesso de cálcio. É sabido que quando em excesso, há extravasamento do Ca a partir dos vacúolos para o citoplasma, promovendo injúrias no tecido celular (HUANG et al., 2005), tornando os frutos mais suscetíveis ao ataque de patógenos.

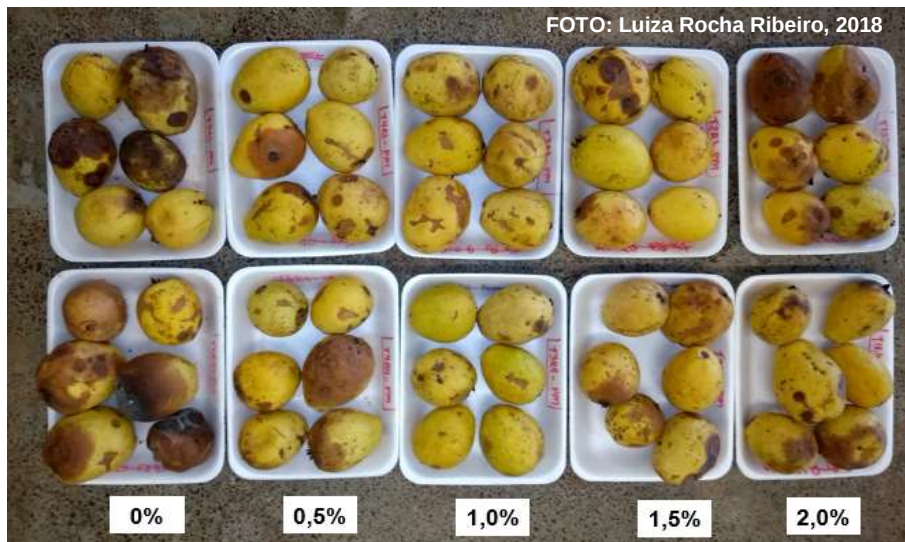
Por outro lado, quando em teores adequados de Ca, há manutenção da estrutura da parede celular, impedindo assim o desenvolvimento de microrganismos. As podridões que se desenvolvem na goiaba após a colheita são em maior parte provocadas por patógenos quiescentes, ou seja, infectam os frutos antes da colheita e permanecem de forma latente até que sejam expostos às condições favoráveis (FISCHER et al., 2011).

Figura 9 – Incidência de podridões em frutos de goiabeira ‘Paluma’ em função das concentrações de CaCl_2 durante o sexto dia de armazenamento a temperatura de $\pm 25^\circ\text{C}$. Botucatu/SP, 2018.



As menores porcentagens de perda de massa e incidência de podridões obtidas com as concentrações estimadas de 1,2 e 0,9% de CaCl_2 com 7 aplicações, respectivamente, resultam em frutos com melhor aparência, visto que após seis dias em condição ambiente, os frutos que receberam a aplicação de 1% de CaCl_2 estavam visualmente menos deteriorados que os demais (Figura 10). Na goiaba, as principais doenças de pós-colheita são a antracnose (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz e *C. acutatum* Simmonds), a pinta preta (*Guignardia psidii* Ullasa & Rawal [anamorfo: *Phyllosticta psidiicola* (Petrak)]) e a podridão de *Fusicoccum* sp., as quais são classificadas como doenças quiescentes, ou seja, a infecção ocorre em pré-colheita, porém os patógenos permanecem de forma latente até a maturação dos frutos, com desenvolvimento somente após alterações físicas e fisiológicas, como o aumento de açúcares solúveis (FISCHER et al., 2011).

Figura 10 – Frutos de goiabeira ‘Paluma’ tratados com diferentes concentrações de CaCl_2 após 8 dias de armazenamento em temperatura ambiente ($\pm 25^\circ\text{C}$) em 29 de março de 2018, São Manuel/SP.



4.3 Caracterização física dos frutos

O comprimento dos frutos foi influenciado significativamente pela interação entre as concentrações de CaCl_2 e os dias de armazenamento ($p < 0,05$). Para as demais variáveis, verificou-se somente efeito isolado dos dias após o armazenamento para todas as características (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores do teste F, coeficientes de variação (CV) e médias de comprimento (CF), diâmetro (DF), firmeza (F), luminosidade (L), ângulo hue ($^\circ\text{h}$) e croma (C) de frutos de goiabeira ‘Paluma’ submetidas às aplicações pré-colheita de CaCl_2 em função de dias de armazenamento. São Manuel-SP, 2018.

FV	CF (cm)	DF (cm)	F (N)	Casca			Polpa		
				L	$^\circ\text{h}$	C	L	$^\circ\text{h}$	C
Bloco	0,64 ^{ns}	1,81 ^{ns}	0,88 ^{ns}	1,56 ^{ns}	1,45 ^{ns}	1,14 ^{ns}	3,88 ^{ns}	1,27 ^{ns}	2,35 ^{ns}
Concentrações (A)	1,86 ^{ns}	0,81 ^{ns}	0,45 ^{ns}	1,11 ^{ns}	2,02 ^{ns}	0,80 ^{ns}	2,13 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,74 ^{ns}
Armazenamento (B)	9,75 ^{**}	6,90 ^{**}	275,37 ^{**}	214,69 ^{**}	69,66 ^{**}	13,93 ^{**}	299,84 ^{**}	93,87 ^{**}	91,40 ^{**}
A x B	2,12 [*]	1,40 ^{ns}	0,78 ^{ns}	0,66 ^{ns}	1,68 ^{ns}	1,43 ^{ns}	0,51 ^{ns}	0,58 ^{ns}	0,49 ^{ns}
CV1 (%)	5,71	5,85	42,63	4,07	10,84	16,89	3,92	10,37	5,04
CV2 (%)	4,46	4,29	39,49	4,45	9,36	17,55	4,10	8,81	5,12
Média	80,48	65,93	4,15	56,26	98,81	27,80	46,04	24,02	32,91

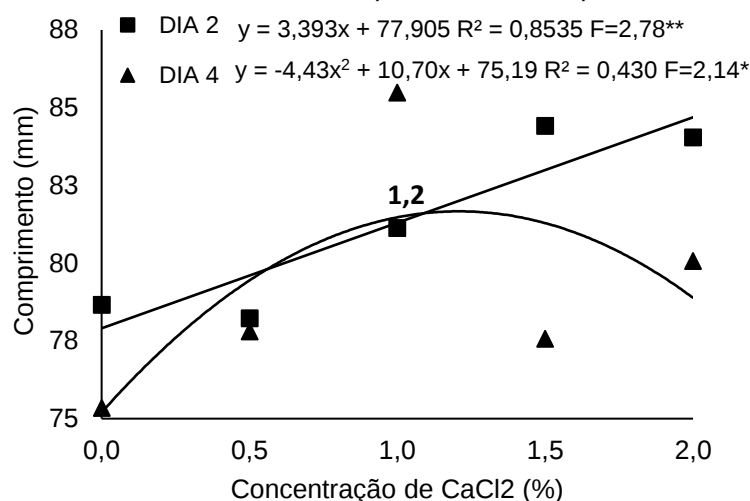
* = Significativo a 5%; ** = significativo a 1%; ^{ns} = não significativo pelo teste F.

Para o comprimento de frutos, verificou-se efeito das concentrações de CaCl_2 somente aos 2 e 4 dias de armazenamento dos frutos. No segundo dia de armazenamento houve aumento linear do comprimento até a concentração de 2% de CaCl_2 . Todavia, no quarto dia observou-se aumento quadrático, com valor máximo de

comprimento (81,7 mm) obtido com a concentração de 1,2%. (Figura 11). Quando em excesso, o Ca promove injúrias no tecido celular, e neste experimento, as maiores concentrações promoveram aumento da perda de massa e da incidência de podridões, o que explica a redução do tamanho dos frutos a partir da concentração de 1,2% após quatro dias de armazenamento.

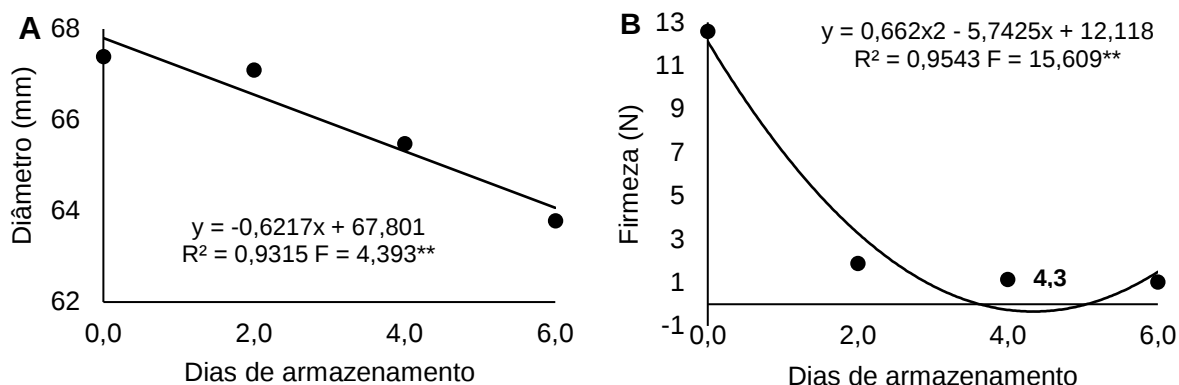
Independente do dia de armazenamento, as médias dos frutos que receberam CaCl_2 foram superiores às médias dos frutos que não foram pulverizados (Figura 11). Os maiores valores de comprimento obtidos nos frutos que receberam pulverizações com CaCl_2 é resultado da ação desse mineral sobre o crescimento, uma vez que o cálcio atua em diversos processos metabólicos, como divisão, diferenciação, polaridade e alongamento celular (WHITE e BROADLEY, 2003).

Figura 11 – Comprimento de frutos de goiabeira ‘Paluma’ em função das concentrações de CaCl_2 com dois dias e quatro dias de armazenamento, São Manuel/SP, 2018



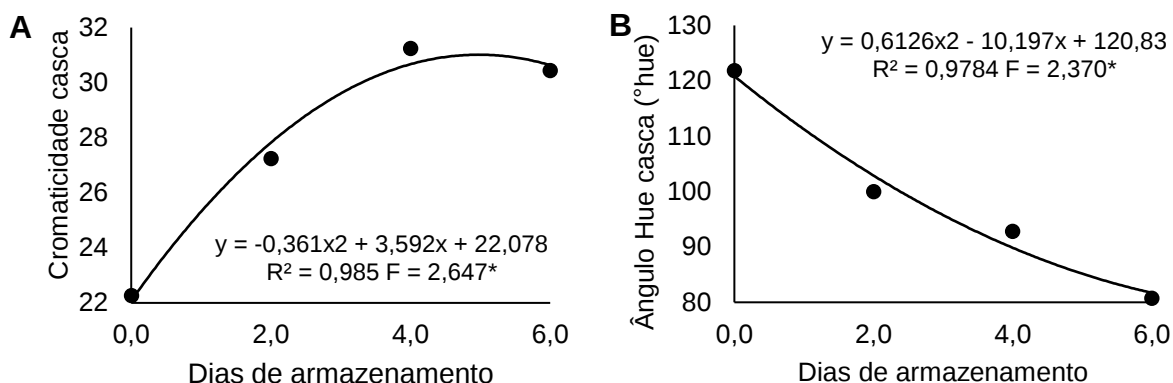
O diâmetro dos frutos reduziu de modo linear até o sexto dia de armazenamento (Figura 12A). Tal resultado é oriundo da crescente perda de massa ao longo do armazenamento, assim como do surgimento de podridões que deterioram os frutos. Para as médias de firmeza verificou-se redução quadrática até 4,3 dias de armazenamento (Figura 12B). A perda de firmeza dos frutos ocorre devido à solubilização das pectinas da parede celular, resultante da ação das enzimas poligacturonase e pectinametilesterase (JAIN et al., 2001). Apesar do teor de cálcio nos frutos ter aumentado, não houve efeito das aplicações de CaCl_2 sobre a firmeza, Baez-Sanudo et al. (2000) também observaram que não houve correlação entre o conteúdo de cálcio nos frutos de pêssego e a firmeza.

Figura 12 – Diâmetro (A) e Firmeza (B) de frutos de goiabeira ‘Paluma’ colhidos em São Manuel/SP em 2018 em função dos dias de armazenamento.



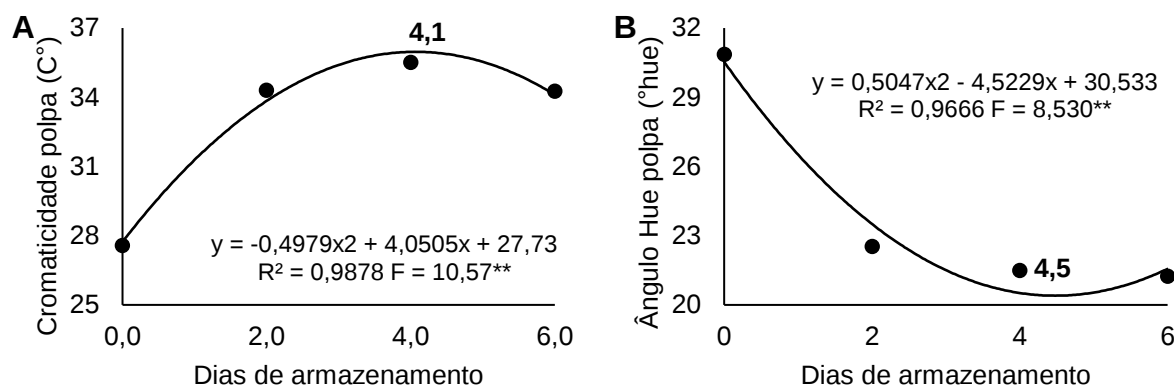
Em relação às variáveis cor da casca, cromaticidade e o ângulo hue, observou-se comportamento quadrático, em que o máximo de cromaticidade (31) foi obtido ao 5 dias de armazenamento (Figura 13A) e o mínimo do ângulo hue (78,4°hue) aos 8,3 dias (Figura 13B). A cromaticidade indica a intensidade da cor, portanto, observa-se que, quando maduras, a intensidade da cor da casca das goiabas é maior. O ângulo hue pode variar de 0° a 360°, em que a coloração 0° é vermelha, a 90° é a amarela, 180° é a cor verde e 270° é azul (MCGUIRE, 1992). Sendo assim, após a colheita os frutos encontravam-se com casca verde amarelada (121,8 °hue), a qual, ao final do período de armazenamento estava completamente amarela (80,7 °hue) (Figura 13B). A redução do ângulo hue da casca das goiabas ocorre em função da degradação da clorofila e da síntese de carotenos (CROSS, 1987). Azzolini et al. (2004) também observaram essa mudança de coloração em goiabas ‘Pedro Sato’, avaliando os parâmetros em diferentes estádios de maturação.

Figura 13 – Cromaticidade da casca (A) e Ângulo hue da casca (B) de frutos de goiabeira ‘Paluma’ colhidos em São Manuel/SP em 2018 em função dos dias de armazenamento.



Para os parâmetros de cor da polpa, a cromaticidade e o ângulo hue também variaram de modo quadrático, em que se atingiu o valor máximo de cromaticidade (36,0 C°) com 4,1 dias de armazenamento (Figura 14A) e o mínimo do ângulo hue (20,4°hue) com 4,5 dias de armazenamento (Figura 14B). A intensidade do vermelho aumentou com o armazenamento, saindo da cor rosa (27,58 C°), no dia 0, para o vermelho (36,0 C°) entre os dias 4 e 5 (4,1 dias). Em relação ao ângulo hue da polpa, quanto mais próximo de 0° hue, mais próximo da coloração vermelha (CAVALINI, 2004). Segundo Cross (1987), o aumento na saturação da cor vermelha pode ser decorrente da síntese de licopeno.

Figura 14 – Cromaticidade (A) e ângulo Hue da polpa (B) de frutos de goiabeira ‘Paluma’ colhidos em São Manuel/SP em 2018 em função dos dias de armazenamento.



4.4 Caracterização físico-química dos frutos

Quando avaliadas as características físico-químicas dos frutos, verificou-se interação significativa entre as concentrações de CaCl_2 e os dias de armazenamento para o teor de ácido ascórbico e de açúcares redutores. Considerando o efeito isolado dos fatores, verificou-se efeito das concentrações somente sobre a acidez titulável, enquanto para o fator dias de armazenamento somente não foi significativo para índice de maturação e do açúcar não redutor (Tabela 6).

Tabela 6 – Valores do teste F, coeficientes de variação (CV) e médias de pH, acidez titulável (AT), ácido ascórbico (AA), sólidos solúveis (SS), índice de maturação (IM) e açúcares redutores (AR), não redutores (ANR) e totais (AST), de frutos de goiabeira ‘Paluma’ submetidas à aplicações pré-colheita de CaCl_2 em função de dias de armazenamento. São Manuel-SP, 2018.

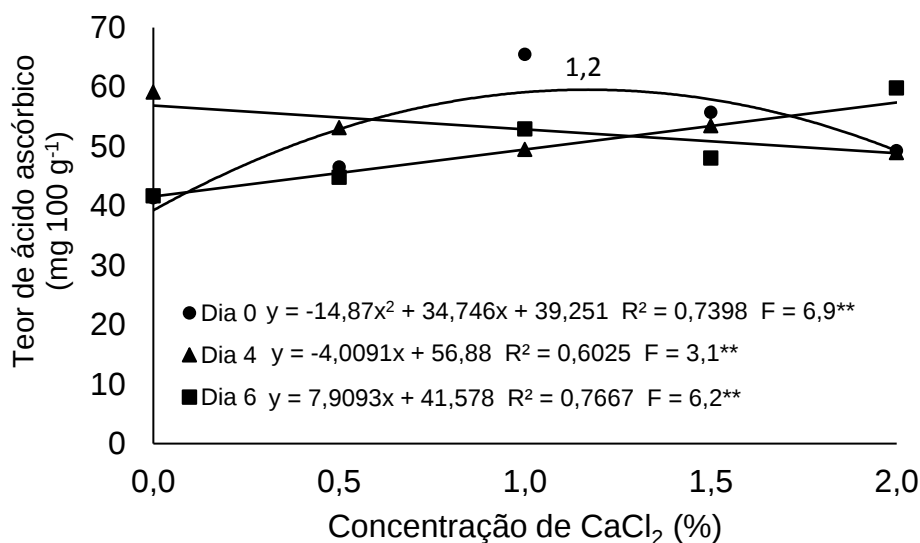
FV	pH	AT	AA	SS	IM	AR	ANR	AST
Bloco	0,87 ^{ns}	20,86 ^{**}	2,22 ^{ns}	0,15 ^{ns}	12,94 ^{**}	1,85 ^{ns}	4,42 ^{ns}	2,48 ^{ns}
Concentrações (A)	1,75 ^{ns}	3,16 [*]	14,05 ^{**}	3,13 ^{ns}	2,06 ^{ns}	2,77 ^{ns}	2,33 ^{ns}	0,80 ^{ns}
Armazenamento (B)	4,45 ^{**}	12,88 ^{**}	50,54 ^{**}	8,77 ^{**}	1,91 ^{ns}	37,43 ^{**}	1,73 ^{ns}	10,08 ^{**}
A x B	1,30 ^{ns}	0,62 ^{ns}	9,94 ^{**}	1,60 ^{ns}	0,38 ^{ns}	2,34 [*]	1,03 ^{ns}	0,68 ^{ns}
CV1 (%)	3,83	11,68	6,08	9,05	15,12	19,20	64,81	18,10
CV2 (%)	3,67	12,08	7,76	9,20	14,45	18,42	81,57	19,47
Média	4,07	0,55	54,64	9,94	18,25	4,71	1,72	6,53

* = Significativo a 5%; ** = significativo a 1%; ^{ns} = não significativo pelo teste F.

Verificou-se que no dia da colheita (dia 0) houve aumento do teor de ácido ascórbico até a concentração de 1,2% de CaCl_2 , alcançando o valor de 59,5 mg 100 g⁻¹, o que corresponde a um aumento de 43,9%. Aos quatro dias de armazenamento o teor de ácido ascórbico decresceu linearmente com o aumento das concentrações de CaCl_2 . Todavia, passados seis dias, verificou-se efeito inverso, ou seja, aumento linear dos teores de ácido ascórbico em função das concentrações. Aos dois de armazenamento não houve efeito das concentrações de CaCl_2 . De modo geral, somente aos 4 dias de armazenamento o teor de ácido ascórbico foi maior nos frutos não tratados (0,0%) (Figura 15). Embora o cálcio seja encontrado principalmente nos vacúolos, conforme Hung et al., 2007, em determinadas condições pode haver movimentação deste mineral para o citoplasma, onde desencadeia a atividade do ciclo ascorbato-glutationa, resultando em maior síntese de ácido ascórbico. Assim como neste estudo, Modesto (2017) verificou que frutos de amoreira preta pulverizados com cloreto de cálcio (1,5 - 4,5%) em pré-colheita apresentaram maior teor de ácido ascórbico após a colheita.

Sendo o ácido ascórbico um importante antioxidante, sua síntese é na verdade resposta da planta ao estresse provocado pelo aumento de cálcio no citoplasma, o qual resulta em aumento de espécies reativas de oxigênio (ROS) que provocam danos celulares (Huang et al., 2005), danos estes que tornam-se visíveis em folhas velhas devido a altos teores de cálcio. Ainda por se tratar de um antioxidante, técnicas de manejo que permitam a obtenção de frutos com maiores teores deste composto são de grande relevância para a alimentação humana.

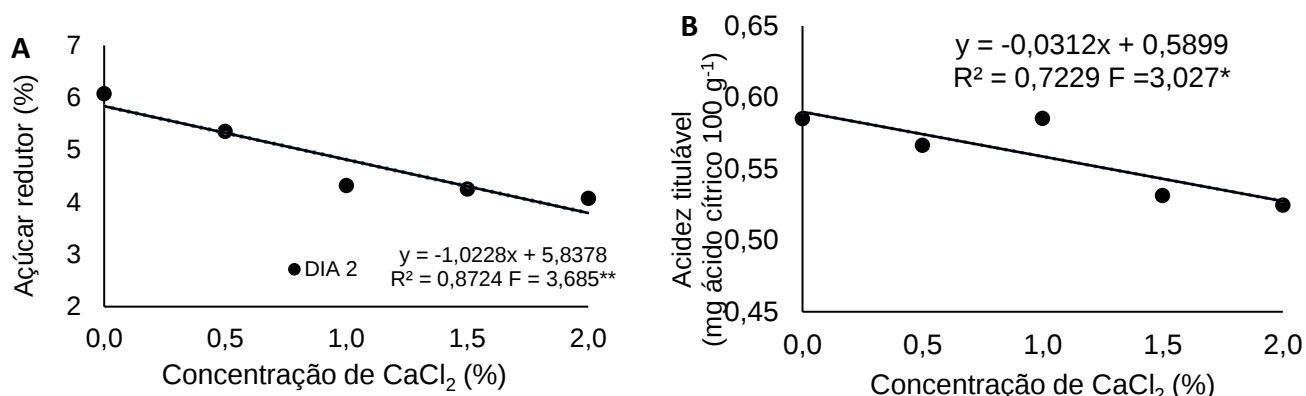
Figura 15 – Teores de ácido ascórbico de frutos de goiabeira ‘Paluma’ em função das concentrações de CaCl_2 e dos dias de armazenamento, São Manuel/SP, 2018.



Para os açúcares redutores, verificou-se efeito das concentrações de CaCl_2 somente aos dois dias do período de armazenamento dos frutos. Houve decréscimo linear do teor de açúcares solúveis, com valor mínimo correspondente a maior concentração aplicada (2,0%) (Figura 16A). Do mesmo modo, Angeletti et al. (2010) reportaram que frutos de mirtilo adubados com cálcio apresentam menor quantidade de açúcares neutros. A redução dos teores de açúcares redutores dos frutos provocada pelas aplicações de CaCl_2 pode estar relacionada ao fato que o cálcio diminui a solubilidade de polissacarídeos ricos em açúcares neutros (Vicente et al., 2007).

A variável acidez titulável foi a única em que houve efeito significativo das concentrações de CaCl_2 . A acidez titulável reduziu de forma linear com o aumento das concentrações, alcançando o menor valor em frutos submetidos a aplicações com 2,0% de CaCl_2 (Figura 16B). Do mesmo modo, Omaina e Karima (2007) reportaram redução da acidez titulável de maçã ‘Anna’ tratada em pré-colheita com CaCl_2 (0,4 %). Todavia há resultados contrários, como o encontrado por Ali et al. (2014), os quais verificaram maior acidez em pêssegos oriundos de plantas tratadas com 1,0% de CaCl_2 .

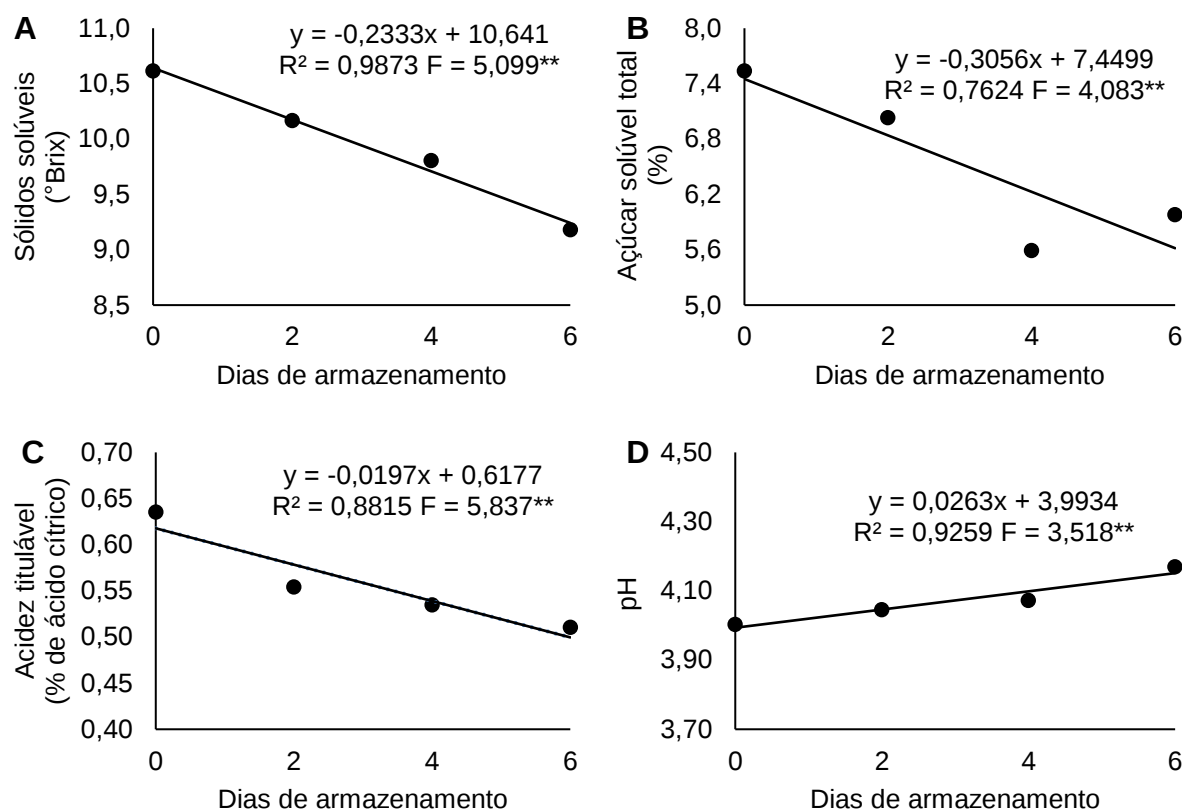
Figura 16 – Teor de açúcar redutor (A) e acidez titulável (B) de frutos de goiabeira ‘Paluma’ em função das concentrações de CaCl_2 e dos dias de armazenamento, São Manuel/SP, 2018.



O teor de sólidos solúveis, açúcar solúvel total e acidez titulável diminuíram linearmente com o passar dos dias de armazenamento, atingindo os maiores valores com seis dias de armazenamento (Figuras 17A, 17B e 17C). O teor de sólidos solúveis reduziu de 10,92 °Brix para 9,18 °Brix com o passar dos dias de armazenamento, comportamento esse também observado por Yamashita e Benassi (2000), em goiabas ‘Pedro Sato’. A acidez titulável no momento da colheita foi de 0,64% de ácido cítrico e aos seis dias de armazenamento 0,51%. Esses resultados são semelhantes aos de Jacomino et al. (2003) que também observaram a diminuição no teor de acidez titulável durante armazenamento de goiabas a 25 °C. Com o avanço do amadurecimento os teores de açúcares podem diminuir em função de serem utilizados como substrato da respiração (via glicolítica). Do mesmo modo, os ácidos orgânicos também são utilizados durante a respiração, pois a oxidação destes compostos resulta em acetil-CoA, ativando deste modo o ciclo respiratório que gera produção de ATP para a planta (LEHNINGER, 2006).

Com o passar dos dias de armazenamento, o pH aumentou de modo linear, ou seja, quanto maior o tempo de armazenamento, maior o valor do pH, o qual atingiu o valor máximo com seis dias de armazenamento (Figura 17D). O aumento do pH é resultado da redução da acidez titulável mencionada anteriormente.

Figura 17 – Teores de sólidos solúveis (A), açúcar solúvel total (B), acidez titulável (C) e pH (D) de frutos de goiabeira ‘Paluma’ colhidos em São Manuel/SP em 2018 em função dos dias de armazenamento.



4.5 Avaliações enzimáticas

Houve interação significativa entre as concentrações de CaCl_2 e os dias de armazenamento, tanto para a atividade da pectinametilesterase (PME) quanto para a poligalacturonase (PG).

Tabela 7 – Atividade das enzimas pectinametilesterase (PME) e poligalacturonase (PG) em frutos de goiabeira ‘Paluma’ submetidas à aplicações pré-colheita de CaCl_2 em função de dias de armazenamento. São Manuel-SP, 2018.

FV	PME	PG
Bloco	2,00 ^{ns}	0,20 ^{ns}
Concentrações (A)	178,89 ^{**}	59,88 ^{**}
Armazenamento (B)	17,01 ^{**}	93,48 ^{**}
A x B	13,14 ^{**}	49,09 ^{**}
CV1 (%)	5,33	7,74
CV2 (%)	9,59	5,97
Média	55,96	3,84

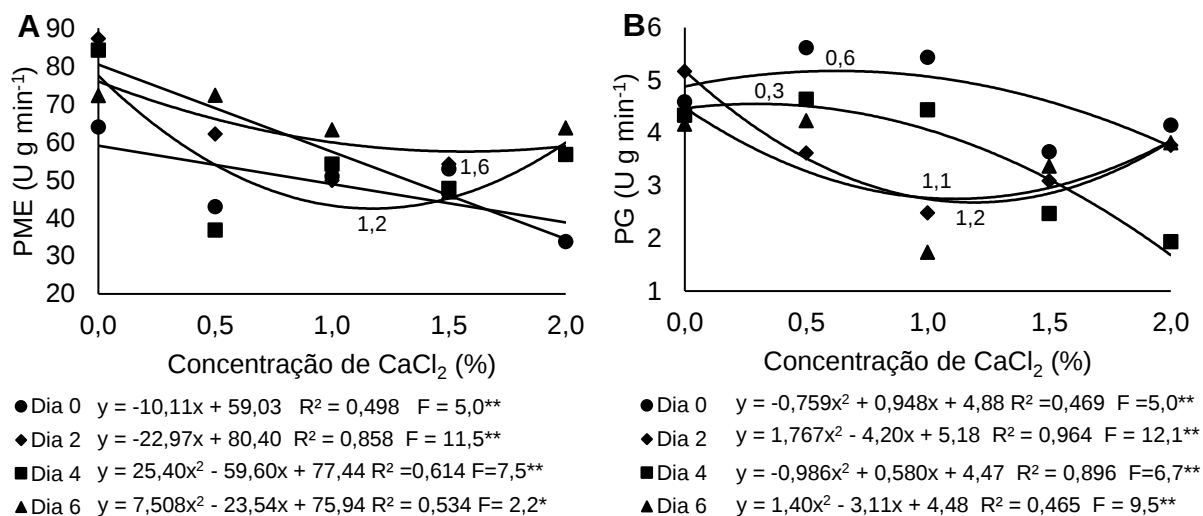
* = Significativo a 5%; ** = significativo a 1%; ^{ns} = não significativo pelo teste F.

Independente do dia de avaliação, verificou-se que o aumento das concentrações de CaCl_2 resultou na redução da atividade da PME em frutos de goiabeira ‘Paluma’. Aos 0 e 2 dias de armazenamento, esta redução foi linear,

enquanto aos 4 e 6 dias, houve redução quadrática até as concentrações de 1,2 e 1,6%, respectivamente (Figura 18A). Mesmo com o aumento da atividade da PME a partir dos pontos de mínimo (1,2 e 1,6% de CaCl_2) aos 4 e 6 dias, os valores obtidos ainda estavam abaixo da atividade da PME observada em frutos não tratados. Contudo, esse comportamento observado nas duas últimas avaliações pode explicar o aumento da perda de massa observado em frutos tratados com concentrações acima de 1,2%, assim como o aumento do surgimento de podridões. Estes resultados evidenciam e explicam a melhor conservação dos frutos tratados com concentrações próximas de 1% de CaCl_2 .

A atividade da enzima PG em cada um dos dias de armazenamento apresentou comportamento quadrático em função das concentrações de CaCl_2 . Aos 0 e 4 dias a atividade da PG aumentou até atingir 6,2 e 4,6 U g min^{-1} com as concentrações de 0,6 e 0,3%, a partir das quais a atividade reduziu até os 2,0% de CaCl_2 . Enquanto aos 2 e 6 dias de armazenamento, houve redução da atividade da PG até atingir 2,7 e 2,8 U g min^{-1} com as concentrações de 1,2 e 1,1%, respectivamente (Figura 18B). Corroborando com tais resultados, Manganaris et al. (2005) reportam efeito de aplicações de CaCl_2 em pré-colheita de pêssgo cv. Andross sobre a atividade das enzimas PG e PME. Estes autores verificaram maior atividade da PG em frutos não tratados.

Figura 18 – Atividade das enzimas pectinametilesterase (PME) (A) e poligalacturonase (PG) (B) em frutos de goiabeira ‘Paluma’ em função das concentrações de CaCl_2 e dos dias de armazenamento, São Manuel/SP, 2018.



A redução da atividade da PME e da PG observada neste trabalho está diretamente relacionada às aplicações de CaCl_2 realizadas em pré-colheita, visto que, conforme Camargo et al. (2000), o Ca limita a ação destas enzimas, as quais desestabilizam a estrutura da parede celular devido à degradação de substâncias pécticas. A PME é responsável por desesterificar compostos pécticos da parede celular por meio de hidrólise de grupos metil-ester, tal ação promove a formação de pectinas com menor grau de metilação e mais suscetíveis à ação da PG, que por sua vez é responsável pela catalisação da hidrólise das ligações $\beta - 1,4$ entre os resíduos de ácido galacturônico presentes no interior da cadeia de pectina, desestruturando-as (YAMAMOTO et al., 2011).

5 CONCLUSÃO

A utilização de CaCl_2 em pré-colheita de goiaba 'Paluma', sobretudo na concentração de 1%, é uma técnica promissora para a melhoria dos parâmetros de qualidade dos frutos, visto que reduz a atividade das enzimas pectinolíticas e consequentemente promove menores perda de massa e incidência de podridão, além do enriquecimento dos frutos com maiores teores de Ca e ácido ascórbico.

REFERÊNCIAS

- AGUSTÍ, M.; JUAN, M.; MARTINEZ-FUENTES, A.; MESEJO, C.; ALMELA, V. Calcium nitrite delays climacteric of persimmon fruit. **Annals of Applied Biology**, v. 144, p. 65–69, 2004.
- ALI, I.; ABBASI, N. A.; HAFIZ, I. A. Physiological response and quality attributes of peach fruit cv. Florida King as affected by different treatments of calcium chloride, putrescine and salicylic acid. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, v. 51, n. 1, p. 33-39, 2014.
- ANGELETTI, P.; CASTAGNASSO, H.; MICELI, E.; TERMINIELLO, L.; CONCELLÓN, A.; CHAVES, A.; VICENTE, A.R. Effect of preharvest calcium applications on postharvest quality, softening and cell wall degradation of two blueberry (*Vaccinium corymbosum*) varieties. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.58, p. 98-103, 2010.
- AOAC Official methods of analysis (18th ed.). Washington, DC: **Association of Official Analytical Chemists**. 2005.
- AULAR, J.; NATALE, W. Nutrição mineral e qualidade do fruto de algumas frutíferas tropicais: goiabeira, mangueira, bananeira e mamoeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 1214-1231, 2013.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.
- AZZOLINI, M.; JACOMINO, A.P.; BRON, I.U. Índices para avaliar qualidade pós-colheita de goiabas em diferentes estádios de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.2, p.139-145, 2004.
- BÁEZ-SAÑUDO, R.; TRONCOSO-ROJAS, R.; BRINGAS-TADDEI, E.; JEDACONTRERAS, J. Efectos de diferentes fuentes de calcio en melocotones (*Prunus pérsica* L. Batsch). In: **CONGRESO IBEROAMERICANO DE TECNOLOGIA POSTCOSECHA Y AGROEXPORTACIONES**, 2. 2000, Bogotá Memorias.Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, p.63-77, 2000.
- BOTELHO, R. V.; SOUZA, N. L. de; PERES, N. A. R. Post-harvest quality of guavas 'Branca de Kumagai', treated with calcium chloride. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 1, p. 63-67, 2002.
- CAMARGO, Y.R.; LIMA L.C.O.; SCALON, S.P.Q.; SIQUEIRA, A.C. Efeito do cálcio sobre o amadurecimento de morangos (*Fragaria ananassa* Duch) cv. Campineiro. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p.968-978, 2000.
- CAVALINI, F. C.; JACOMINO, A. P.; LOCHOSKI, M. A.; KLUGE, R. A.; ORTEGA, E. M. M. Maturity indexes for 'Kumagai' and 'Paluma' guavas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 176-179, 2006.

CAVALINI, F.C. **Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas “Kumagai” e “Paluma”**. MS. Dissertação, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2004.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 785 p. 2005.

COSTA, A. de F.S. da; COSTA, A.N. da. **Tecnologias para produção de goiaba**. Vitória: Incaper, 341 p. 2003.

CROSS, J. Pigments in fruits. **Academic Press**, London, UK, 1987.

CUNHA, A.R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, Botucatu, v. 14, n.1, p. 1 – 11, 2009.

DANNER, M.A.; CITADIN, I.; SASSO, S.A.Z.; ZARTH, N.A.; MAZARO, S.M. Fontes de cálcio aplicadas no solo e sua relação com a qualidade da uva “Vênus”. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.3, p. 881-889, 2009.

DURIGAN, J. F. Colheita, conservação e embalagens. In: **SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A CULTURA DA GOIABEIRA**, 1., 1997, Jaboticabal. Anais.Jaboticabal: FUNEP, p. 152-154 1997.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 412 p. 1999.

EVANGELISTA, R. M.; CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. Mudanças na ultra-estrutura da parede celular de mangas 'Tommy Atkins' Tratadas com cloreto de cálcio na pré-colheita. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.1, p. 254-257, 2002.

FISCHER, I. H.; ALMEIDA, A. M.; ARRUDA, M. C.; BERTANI, M. A. R.; GARCIA, M. J. M.; AMORIM, L. Danos em pós-colheita de goiabas na Região do Centro-Oeste Paulista. **Bragantia**, Campinas, v.70, n.3, p.570-576, 2011.

FONTES, P. C. R. Podridão apical do tomate, queima dos bordos das folhas em alface e depressão amarga dos frutos em maçã: deficiência de cálcio? **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 145, 2003.

FUMIS, T. de F.; SAMPAIO, A.C. Biologia e cultivares. In: SAMPAIO, A.C. (Coord.). **Goiaba do plantio a comercialização**. Campinas:. cap.1, p. 1-11. CATI, 2011.

GARCIA, J.L.M. Matéria prima. In: MEDINA, J.C.; GARCIA, J.L.M.; KATO, K.; MARTIN, Z.J.; VIEIRA, L.F.; RENESTO, O.V. (Ed.). **Goiaba: da cultura ao processamento e comercialização**. Campinas: ITAL, p.47-59, 1978.

GOUTAM, M.; DHALIWAL, H.S.; MAHAJAN, B.V.C. Effect of pre-harvest calcium sprays on post-harvest life of winter guava (*Psidium guajava* L.). **J Food Sci Tech**, v.47, p.501–506, 2010.

HUANG, X.M., HUANG, H.B., WANG, H.C. Cell walls of loosening skin in post veraison grape berries lose structural polysaccharides and calcium while accumulate structural proteins. **Scientia Horticulturae**, v. 104, p. 249–263, 2005.

HUNG, R.H., LIU, J.H., LU, Y.M., XIA, R.X. Effect of salicylic acid on the antioxidante system in the pulp of Cara cara navel orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) at different storage temperatures. **Postharvest Biol. Technol**, v. 47, p. 168–175, 2007.

IBGE. Goiaba - Lavoura permanente 2017. Disponível em: <
<https://cidades.ibge.gov.br>>. Acesso em: 22 jul. 2019.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos Físicoquímicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo, 1018 p., 2005.

IRFAN, P.K.; VANJAKSHI, V.; PRAKASH, M.N.K.; RAVI, R.; KUDACHIKAR, V.B. Calcium chloride extends the keeping quality of fig fruit (*Ficus carica* L.) during storage and shelf-life. **Postharvest Biology and Technology**, v.82, p. 70-75, 2013.

JACOMINO, A. P.; SIGRIST, J. M. M.; SARANTÓPOULOS, C. I. G. L.; MINAMI, K.; KLUGE, R. A. Embalagens para conservação refrigerada de goiabas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n.1, p.50-54, 2001.

JACOMINO, A.P.; OJEDA, R.M.; KLUGE, R.A.; SCARPARE FILHO, J.A.S. Conservação de goiabas tratadas com emulsões de cera de carnaúba. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.3, p.401-405, 2003.

JAIN, N.; DHAWAN, K.; MALHOTRA, S.P.; SIDDIQUI, S.; SINGH, R. Compositional and enzymatic changes in guava (*Psidium guajava* L.) fruits during ripening. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.23, p.357-362, 2001.

KATSURAYAMA, J.M.; AMARANTE, C.V.T.; STEFFENS, C.A.; PEREIRA, A.J. Pulverização de fontes de cálcio em pré-colheita para o controle de "bitter pit" em maçãs 'Catarina'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n. 2, p.353-361, 2011.

KAVATI, R. Cultivares. In: **Simpósio Brasileiro sobre a cultura da goiabeira**, 1.1997, Jaboticabal. Anais. Jaboticabal: FCAVUNESP/FUNEP/GOIABRAS, p.1- 16, 1997.

LEHNINGER, A.L. Princípios de Bioquímica. São Paulo. 4nd ed. Sarvier, p. 606-615, 2006.

LESTER, G.E.; GRUSAK, M.A. Field application of chelated calcium: Postharvest effects on cantaloupe and honeydew fruit quality. **HortTechnology**, v.14, 29–38, 2004.

LIMA, M.A. **Conservação pós-colheita de goiaba pelo uso de reguladores de crescimento vegetal, cálcio e da associação destes com refrigeração e embalagens plásticas**. 2003. 114p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações**. 2.ed. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fósforo, 308p., 1997.

MANGANARIS, G.A.; VASILAKAKIS, M.; MIGNANI, I.; DIAMANTIDIS, G.; TZAVELLA-KLONARI, K. The effect of preharvest calcium sprays on quality attributes, physicochemical aspects of cell wall components and susceptibility to brown rot of peach fruits (*Prunus persica* L. cv. Andross). **Scientia Horticulturae**, v. 107, p. 43–50, 2005.

MANICA, I.; ICUMA, I.M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Fruticultura tropical 6: Goiaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, . 374 p, 2000.

MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Método de Tillmans modificado**. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 15 jun. 2017.

MARTINEZ, H.E.P. Distúrbios nutricionais em hortaliças cultivadas em substratos com baixa atividade química. In: BARBOSA, J. G. et al. **Nutrição e adubação de plantas cultivadas em substratos**. Viçosa, MG: UFV, 434 p., 2004.

MCGUIRE, R. G. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, p. 1254-1255, 1992.

MENGEL, K.; KIRKBY, E.A. **Principios de nutrición vegetal**. Basel, Switzerland: International Potash Institute, 692 p., 2000.

MINGOTE; A.I.C.F. **Bolachas de maçãs biofortificadas em cálcio: formulação e análise nutricional**. 2016. 84 p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia e Segurança Alimentar) – Universidade Nova de Lisboa, 2016.

MODESTO, J.H. **Aplicação de cloreto de cálcio em pré-colheita nos frutos de amoreira-preta 'Tupy'**. 2017. 76 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, 2017.

MONGE, E.; VAL, J.; SANZ, M.; BLANCO, A.; MONTAÑÉS, L. El calcio nutriente para las plantas. Bitter pit en manzano. **Anales de la Estación Experimental de Aula Dei**, Zaragoza, v.21, n.3, p.189-201, 1994.

MOURA NETO, L.G. de; AMARAL, D.S. do; MOURA, S.M.A.; PEIXOTO, L.G. Qualidade pós-colheita de goiabas cv. “Paluma” submetidas à aplicação de cloreto de cálcio armazenadas em temperatura ambiente. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.04, p. 27-31, 2008.

NATALE, W; COUTINHO, E L M; BOARETTO, Antonio Eneidi; PEREIRA, F M. Dose mais econômica de adubo nitrogenado para goiabeira em formação. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. no 1996, n. 2 p. 196-9, 1996.

NATALE, W.; COUTINHO, E.L.M; BOARETTO, A.E.; PEREIRA, F.M. Nutrients foliar content for high productivity cultivars of guava in Brazil. **Acta Horticulturae** v.594, p: 383-386, 2002.

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

NATALE, W.; ROZANE, D.E.; SOUZA, H.A de; AMORIM, D.A de. **Cultura da goiaba do plantio a comercialização**. Jaboticabal: FCAV/ Capes/ CNPq/ FAPESP/Fundunesp/ SBF, v. 1, cap. 10, p. 281-284, 2009.

OLIVEIRA JUNIOR, M.A.; SOUZA, J.M.A.; SILVA, M.S.; FERREIRA, R.B.; LEONEL, M.; LEONEL, S. Aplicação de cloreto de cálcio em pós-colheita, nos frutos de figueira 'Roxo de Valinhos'. **REVISTA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS (LISBOA)**, v. 41, p. 1090-1097, 2018.

OMAIMA, M.H.; KARIMA, H.E.H. Quality improvement and storability of apple cv. Anna by pré-harvest applications of boric acid and calcium chloride. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, Egypt, v.3, n.3, p.176- 183, 2007.

ORTIZ, A.; GRAELL, J.; LARA, I. Cell wall-modifying enzymes and firmness loss in ripening 'Golden Reinders' apples: A comparison between calcium dips and ULO storage. **Food Chemistry**, v. 128, p. 1072–1079, 2011.

PAULA, L.A.; ISEPON, J.S.; CORRÊA, L.S. Qualidade pós-colheita de figos do cv Roxo-de-Valinhos com aplicação de cloreto de cálcio e fungicidas. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 29, p. 41-46, 2007.

PEREIRA, F. M. **Cultura da goiabeira**. Jaboticabal: FUNEP, 47p., 1995.

PEREIRA, F.M., MARTINEZ JÚNIOR. **Goiabas para industrialização**. Jaboticabal: Legis Summa, 142 p. 1986.

PEREIRA, F.M.; NACHTIGAL, J.C. Goiabeira. In: BRUCKNER, C.H. **Melhoramento de fruteiras tropicais**. Viçosa: UFV, p.267-289, 2002.

PEREIRA, M.E.C.; SILVA, A.S.; BISPO, A.S.R.; SANTOS, D.B.; SANTOS, S.B.; SANTOS, V.J. Amadurecimento de Mamão Formosa com revestimento comestível à base de fécula de mandioca. **Ciência e agrotecnologia**, v. 30, p.1116-1119, 2006.

POMMER, C.; MURAKAMI, K.R.N.; WATLINGTON, F. Goiaba no Mundo. **O Agrônomo** 58: p. 22-26, 2006

RAMOS, A.R.P.; BARBOSA, A.C.A; SILVA, E.F.; SOUZA, E.M.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Conservação de goiaba cv. 'Paluma' com utilização de biofilme comestível. **Cultivando o saber**, v.6, n.3, p.143-154, 2013.

RANDHAWA, J.S.; JAWANDHA, S.K.; MAHAJAN, B.V.C.; GILL, P.P.S. Effect of different pre-harvest treatments on quality of ber fruit during cold storage. **Journal of Food Science and Technology**, v. 46, 174–176, 2009.

SANTANA, M.T.A.; SIQUEIRA, H.H.; LACERDA, R.J.; LIMA, L.C.O. Caracterização físico-química e enzimática de uva 'Patricia' cultivada na região de Primavera do Leste - MT. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 1, p.186-190, 2008.

SERRANO, M.; MARTINEZ-ROMERO, D.; ZUZUNAGA, M.; RIQUELME, F.; VALERO, D. Calcium, polyamine and gibberellin treatments to improve postharvest fruit quality. *Production Practices and Quality Assessment of Food Crops*. v. 4. **Postharvest Treatment and Technology**, v. 4, p. 55–68, 2004 a.

SERRANO, M.; MARTINEZ-ROMERO, D.; CASTILLO, S.; GUILLEN, F.; VALERO, D. Effect of preharvest sprays containing calcium, magnesium and titanium on the quality of peaches and nectarines at harvest and during postharvest storage **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 84, 1270–1276, 2004 b.

SILVA, S.H.M.G da; NATALE, W.; HAITZMANN-DOS-SANTOS, E.M.; BENDINI, H do N. **Fert-Goiaba: Software para recomendação de calagem e adubação para goiabeira cultivar Paluma, irrigada e manejada com poda drástica**,. In: NATALE, W.; ROZANE, D.E.; SOUZA, H.A de; AMORIM, D.A de. **Cultura da goiaba do plantio a comercialização**. Jaboticabal: FCAV/ Capes/ CNPq/ FAPESP/Fundunesp/ SBF, v. 1, 2009, cap. 10, p. 281-284

SOUZA FILHO, M.F. de; COSTA, V.A. Manejo integrado de pragas da goiabeira. In: ROZANE, D.E.; COUTO, F.A.D.; EMPRESA JÚNIOR DE AGRONOMIA (Ed.). **Cultura da goiabeira: tecnologia e mercado**. Viçosa: UFV, p. 177-206, 2003.

VALERO, D.; SERRANO, M. **Postharvest biology and technology for preserving fruit quality**. Boca Raton: Taylor & Francis group, 217 p., 2010.

VASQUEZ-OCHOA, R. I.; COLINAS-LEON, M. T. Changes in guavas of three maturity stages in response to temperature and relative humidity. **HortScience**, México, v.25, n.1, p.86-87, 1990.

VICENTE, A.R., ORTUGNO, C., ROSLI, H., POWELL, A.L.T., GREVE, C.L., LABAVITCH, J.M. Temporal sequence of cell wall disassembly events in developing fruits. Analysis of blueberry (*Vaccinium species*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 55, p. 4125–4130, 2007.

WERNER, E. T.; JUNIOR-OLIVEIRA, L. F. G. D.; BONA, A. P. D.; CAVATI, B.; GOMES, T. D. U. H. Efeito do cloreto de cálcio na pós-colheita de goiaba 'Cortibel'. **Bragantia**, Campinas, v.68, n.2, p.511-518, 2009.

WHITE, P.J.; BROADLEY, M.R. Calcium in plants. **Annals of Botany**, v.92, p.487-511, 2003.

XISTO, A. L. R. P.; ABREU, C. M. P. de; CORREA, A. D.; SANTOS, C. D. dos. Firmeza de goiabas “Pedro Sato” submetidas à aplicação de cloreto de cálcio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.28, n.1, p.113-118, 2004.

YAMAMOTO, E.L.M.; FERREIRA, R.M.A.; FERNANDES, P.L.O.; ALBUQUERQUE, L.B.; ALVES, E. O. Função do cálcio na degradação da parede celular vegetal de frutos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, p. 49-55, 2011.

YAMASHITA, F.; BENASSI, M.T. Influência da embalagem de atmosfera modificada e do tratamento com cálcio na cinética de degradação de ácido ascórbico e perda de massa em goiabas (*Psidium guajava* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, p.27-31, 2000.