



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS**

**PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO MINERAL DE  
PINHEIRA ADUBADA COM SILICATO DE  
CÁLCIO E MAGNÉSIO**

**JOSEILTON FARIA SILVA**

**2011**

**JOSEILTON FARIA SILVA**

**PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO MINERAL DE  
PINHEIRA ADUBADA COM SILICATO DE CÁLCIO  
E MAGNÉSIO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “Magister Scientiae”.

**Orientador**

**Prof. Dr. Marlon Cristian Toledo Pereira**

**JANAÚBA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2011**

S586p Silva, Joseilton Faria.  
Produção e nutrição mineral de pinheira  
adubada com silicato de cálcio e magnésio  
[manuscrito] / Joseilton Faria Silva. – 2011.  
76 p.

Dissertação (mestrado)-Programa de Pós-  
Graduação em Produção Vegetal no Semiárido,  
Universidade Estadual de Montes Claros-  
Janaúba, 2011.

Orientador: Profº. D.Sc. Marlon Cristian

Toledo Pereira.

**JOSEILTON FARIA SILVA**

**PRODUÇÃO E NUTRIÇÃO MINERAL DE PINHEIRA ADUBADA  
COM SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Marlon Cristian Toledo Pereira  
(Orientador)

Prof. Dra. Sílvia Niestche  
(Conselheira - UNIMONTES)

Prof. Dr. Victor Martins Maia  
(Conselheiro - UNIMONTES)

Prof. Dra. Gisele Polete Mizobutsi  
(Conselheira - UNIMONTES)

Prof. Dr. Regynaldo Arruda Sampaio  
(UFMG)

**JANAÚBA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2011**

*Ao Pai eterno;  
A minha esposa, Renata;  
Aos meus filhos, Melyssa e Pedro Samuel;  
Aos meus queridos pais, Zé Raimundo e  
Ana;  
Aos meus irmãos, Joseane e Janilson;  
Aos meus sobrinhos.*

*Dedico*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS, por permitir a realização de mais um sonho na minha vida;

A minha família, esposa, Renata, e meus filhos, Melyssa e Pedro Samuel, onde encontro forças e estímulo para prosseguir a minha caminhada;

Aos meus pais, José Raimundo e Ana Júlia, que sempre apoiaram minhas decisões; aos meus irmãos, Joseane e Janilson, que sempre me ajudaram nas horas difíceis;

Aos meus sogros, meus cunhados, meus queridos sobrinhos;

Ao Professor Marlon, pela amizade, orientação, ensinamentos e pela confiança em mim depositada;

Ao Professor Gaspar Korndörfer que nunca hesitou em me atender e me orientar;

Às Professoras Sílvia, Márcia Regina; aos Professores José Ermelino, Sidnei, Victor Maia, Luiz Arimura, e Maria da Penha, pela orientação e disposição em sempre cooperar;

Aos meus companheiros de batalha, os estagiários João Alison e Irton Costa, que sempre estiveram presentes e empenhados na execução dos trabalhos;

A todos os colegas servidores do Campus UNIMONTES Janaúba, pelas horas de descontração;

À Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, pela seriedade e competência como instituição que mais contribui com o desenvolvimento da região e pelas oportunidades a mim oferecidas;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – FAPEMIG, pelo apoio financeiro;

Aos demais professores por toda orientação, ensinamentos, compreensão, amizade e confiança demonstrados ao longo desses anos de trabalho e convivência;

## SUMÁRIO

RESUMO.....	iv
ABSTRACT .....	v
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	3
2.1. Importância econômica e social da pinha .....	3
2.2. Origem e Botânica .....	4
2.3 Pragas da pinheira.....	6
2.3.1- Broca-do-fruto ( <i>Cerconota anonella</i> ).....	6
2.3.2 Broca-da-semente ( <i>Bephratelloides pomorum</i> ) .....	8
2.3.3 Broca-dos-ramos ( <i>Oncideres dejeani</i> ) .....	9
2.3.4 - Broca-do-tronco ( <i>Cratosomus bombina bombina</i> ).....	9
2.3.5 Cochonilhas spp.....	10
2.3.6 Ácaros spp .....	11
2.4. Uso do silício na produção e controle de pragas em plantas .....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	16
3.1 Localização da área experimental.....	16
3.2 Caracterização da área experimental .....	16
3.3 Análises físico-químicas do solo e química das folhas.....	17
3.4 Delineamento experimental e tratamentos.....	19
3.5 Características Avaliadas .....	20
3.5.1 Análise de solos .....	20
3.5.2 Análise nutricional das plantas e frutos .....	20
3.5.3 Avaliação de Pragas.....	21
3.5.4 Características vegetativas e reprodutivas .....	21
3.5.5 Características físico-químicas dos frutos .....	21
3.5.5.1 Sólidos Solúveis (SS).....	22
3.5.5.2 Acidez titulável (AT), .....	22
3.5.5.3 Potencial hidrogeniônico (pH).....	23
3.5.5.4 Relação brix / acidez (ratio).....	23
3.6 Desgaste do aparelho bucal.....	23
3.7 Análises Estatísticas.....	24

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1 Características Químicas do Solo .....	25
4.1.1 Silício no solo .....	28
4.2 Características químicas em folhas de pinheiras.....	30
4.2.1 Silício em folha de pinheiras.....	33
4.3 Nutrientes em casca, polpa e sementes .....	38
4.4 Características físicas dos frutos e produtividade .....	41
4.5 Características vegetativas das plantas .....	43
4.6 Características físico-químicas dos frutos maduros.....	45
4.6.1 Características físicas.....	45
4.6.2 Características Químicas dos Frutos .....	49
4.7 Incidência das pragas .....	51
4.7.1 Desgaste visual da região incisora nas mandíbulas de broca-dos-frutos <i>Cerconota anonnella</i> .....	57
5 CONCLUSÕES .....	59
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	60



## TABELAS

<b>TABELA 1.</b>	Atributos físico-químicos do solo da área experimental, antes da implantação do experimento, Campus da UNIMONTES, Janaúba, MG, setembro de 2009.....	18
<b>TABELA 2.</b>	Valores médios dos teores de nutrientes em folhas de pinheiras, antes da aplicação dos tratamentos. Campus da UNIMONTES, Janaúba, MG, setembro de 2009.....	19
<b>TABELA 3.</b>	Valores médios dos atributos químicos do solo da área experimental, após aplicação dos tratamentos em pinheiras, Campus da UNIMONTES, Janaúba, MG, fevereiro de 2010.....	26
<b>TABELA 4.</b>	Média geral dos teores de nutrientes em folhas de pinheiras, após aplicação dos tratamentos – Campus da UNIMONTES, Janaúba, MG, fevereiro de 2010.....	30
<b>TABELA 5.</b>	Teores médios de silício presente nas folhas de pinheiras, antes e depois da aplicação dos tratamentos, Campus da UNIMONTES, Janaúba, MG, fevereiro de 2010.....	34
<b>TABELA 6.</b>	Média geral de macronutrientes encontrados em frutos de pinheiras submetidas à aplicação de silício, Campus da UNIMONTES, Janaúba, MG, fevereiro de 2010.....	38
<b>TABELA 7.</b>	Média geral de micronutrientes encontrados em frutos de pinheiras submetidas à aplicação de silício, Campus da UNIMONTES, Janaúba, MG, fevereiro de 2010.....	39
<b>TABELA 8.</b>	Média geral de teores de silício encontrados em frutos de pinheiras submetidas a aplicação de doses de silício, Campus UNIMONTES, Janaúba, MG, fevereiro de 2010.....	39
<b>TABELA 9.</b>	Média geral do número final de frutos por planta (NFFP), massa fresca do fruto (MF), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF) produção (PROD) e produtividade (PRODU) de pinheiras submetidas à aplicação de doses de silício, Campus da UNIMONTES, Janaúba, MG, fevereiro 2010.....	42

<b>TABELA 10.</b>	Valores médios de altura de plantas (ALTP), diâmetro da copa no sentido da linha de plantio (DCL), diâmetro da copa no sentido da entre linha (DCEL), comprimento de ramos (CR) e diâmetro de ramos (DR) de pinheiras submetidas à aplicação de silício, Campus da UNIMONTES, Janaúba, MG, fevereiro 2010.....	44
<b>TABELA 11.</b>	Média geral da massa fresca (MFM), perda de massa fresca (PMFF) e firmeza (FIR) de frutos maduros de pinheiras, submetidas à aplicações de doses de silício, Campus da UNIMONTES, Janaúba, MG, fevereiro 2010.....	45
<b>TABELA 12.</b>	Média geral em porcentagem, das características físicas dos frutos maduros de pinheiras, submetidas à aplicações de doses de silício, Campus da UNIMONTES, Janaúba, MG, fevereiro 2010.....	48
<b>TABELA 13.</b>	Média geral do potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e Ratio (SS/AT) dos frutos maduros de pinheiras, submetidas a doses de silício, Campus da UNIMONTES, Janaúba, MG, fevereiro 2010.....	50
<b>TABELA 14.</b>	Média geral para índices de ataque de pragas em frutos de pinheiras submetidas à aplicação de doses de silício, Campus da UNIMONTES, Janaúba, MG, fevereiro 2010.....	52

## FIGURAS

<b>FIGURA 1.</b>	Médias mensais de precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa, no período de setembro de 2009 a março de 2010, ocorridos durante a condução do experimento. Janaúba, MG. 2010.....	17
<b>FIGURAS 2A.</b>	Fotografias das mandíbulas de <i>Cerconota anonella</i> , obtidas através de microscópio óptico nos aumentos de 40 e 100 vezes. ....	58
<b>FIGURAS 2B.</b>	Fotografias das mandíbulas de <i>Cerconota anonella</i> , obtidas através de microscópio óptico nos aumentos de 40 e 100 vezes. ....	58
<b>FIGURAS 2C.</b>	Fotografias das mandíbulas de <i>Cerconota anonella</i> , obtidas através de microscópio óptico nos aumentos de 40 e 100 vezes. ....	58
<b>FIGURAS 2D.</b>	Fotografias das mandíbulas de <i>Cerconota anonella</i> , obtidas através de microscópio óptico nos aumentos de 40 e 100 vezes. ....	58
<b>FIGURAS 2E.</b>	Fotografias das mandíbulas de <i>Cerconota anonella</i> , obtidas através de microscópio óptico nos aumentos de 40 e 100 vezes. ....	58

## RESUMO

SILVA, Joseilton Faria. **Produção e nutrição mineral de pinheira adubada com silicato de cálcio e magnésio**. 2011. 76 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido)-Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.<sup>1</sup>

Este trabalho teve como objetivo verificar o efeito da aplicação de silício no manejo de pragas, principalmente da broca dos frutos e na produção de pinheiras em condições irrigadas. O experimento foi instalado na área experimental do Campus da Unimontes em Janaúba, Minas Gerais, Brasil. O delineamento adotado foi o de blocos casualizados com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo uma planta por parcela. Os tratamentos utilizados foram os seguintes: testemunha (sem aplicação de silício), doses de 40,80160 e 320kgde  $\text{SiO}_2 \cdot \text{ha}^{-1}$ , sendo aplicados 0,40; 0,80; 1,60; 3,20 kg de agrosilício/planta. A aplicação do produto foi realizada via solo. Foram avaliadas as características físico-químicas do solo e química das folhas, características vegetativas e reprodutivas das plantas, características físico-químicas dos frutos e infestação por pragas. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, e para as diferenças significativas, identificadas pelo teste F ( $P < 0,05$ ), foram ajustados modelos de regressão. Não houve diferença significativa entre os tratamentos pelo teste F para as características avaliadas. Foram obtidos teores médios de silício nas folhas e frutos da ordem de 0,52 % e 0,50%, respectivamente. O peso médio dos frutos, produção média por planta e produtividade foram de 195 g, 12 kg e 11,41  $\text{ton} \cdot \text{ha}^{-1}$ , respectivamente. Houve ocorrência de 10,26% de broca-dos-frutos e de 10,56% de cochonilhas.

Palavras-chave: Silício, Pinheira, Nutrição.

---

<sup>1</sup> Comitê de Orientação; Prof. Marlon Cristian Toledo Pereira - DCA/UNIMONTES (Orientador); Profa. Sílvia Niestche - DCA/UNIMONTES (Conselheira); Prof. Victor Martins Maia (Conselheiro) DCA/UNIMONTES; Profa. Gisele Polete Mizobtsi - DCA/UNIMONTES; Prof. Reginaldo Sampaio Arruda - ICA/UFMG.

## ABSTRACT

SILVA, Joseilton Faria. **Yield and mineral nutrition of sugar apple fertilized with calcium and magnesium silicate.** 2011. 76 p. Dissertation (Master's degree in Plant Production in the Semi-arid)-Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.<sup>1</sup>

The objective of this work was to verify the effect of silicon application on pests' management, particularly in fruit borer, and sugar apple production in irrigated conditions. The experiment was performed in an experimental area in the Campus of the Unimontes, Janaúba, Minas Gerais state, Brazil. The experimental was conducted in a randomized block design with five treatments and five replications and one plant per parcel. The treatments were: control (without silicon application), doses of 40, 80 160 and 320 kg of  $\text{SiO}_2 \cdot \text{ha}^{-1}$ , being applied 0,40; 0,80; 1,60; 3,20 kg of silicate/plant. The product was added in the soil. The characteristics like: physical-chemical of the soil, chemical of the leaves, vegetative and reproductive of the plants, physical-chemical of the fruits and percentage of infestation of pests were evaluated. The results were submitted to analysis of variance (F test) and regression models were adjusted to determine the effect of silicon. No significant differences between the treatments by test F for all evaluated characteristics. The average silicon content in leaves and fruits was 0,52% and 0,50%, respectively. The average of fruit weight, production per plant and productivity were 12 kg, 11,41 tons per hectare and 194.64 g, respectively. The percentage of infestation for fruit borer was 10,26% and 10,56% for mealybugs.

Keywords: silicon, sugar apple, nutrition.

---

<sup>1</sup> Guidance Committee: Prof. Marlon Cristian Toledo Pereira - ASD/UNIMONTES (aAdvisor); Profª. Sílvia Niestche - SAD/UNIMONTES (Co-adviser); Profª. Victor Martins Maia (Co-adviser) ASD/UNIMONTES; Profª. Gisele Polete Mizobtsi - ASD/UNIMONTES; Profª. Reginaldo Sampaio Arruda - ASI/UFMG.

## 1. INTRODUÇÃO

No território brasileiro, o cultivo de anonáceas, principalmente a pinheira, vem-se ampliando consideravelmente devido ao grande interesse dos produtores que veem a possibilidade da sua inserção nos mercados europeu e americano como uma fruta exótica de finíssimo sabor (VIANA, 2005). A importância socioeconômica da ata ou pinha (*Annona squamosa* L.) tem aumentado nos últimos anos pela demanda de frutas tropicais, que podem ser consumidas *in natura*, além da possibilidade de sua utilização na indústria farmacêutica e como inseticida natural (VIANA, 2005; RIBEIRO, 2006).

Avanços tecnológicos em cultivos no Sudeste e Nordeste brasileiro, notadamente nos perímetros irrigados, possibilitam obtenção de mais de uma safra por ano atingindo bons preços pelas frutas, nos principais mercados consumidores do país. No Brasil, as estatísticas sobre a produção de anonáceas são bastante imprecisas. Entretanto, estimativas obtidas de diversos órgãos apontam que a área cultivada com a pinha fica em torno de 10.000 hectares (BRAGA SOBRINHO, 2010). O principal produtor nacional é o estado da Bahia, seguido de Pernambuco e Alagoas (SOUSA, 2005; MANICA *et al.*, 2003). No estado de Minas Gerais, a comercialização nos últimos cinco anos aumentou em torno de 220,26%, observando no ano de 2010 um volume, comercializado na Ceasa da Grande BH, de 243 toneladas da fruta, com um preço médio de R\$ 4,94/kg, tendo a região do Norte de Minas como a principal produtora, com participação em aproximadamente 70% dessa comercialização (CEASAMINAS, 2011).

Um dos principais entraves no cultivo de anonáceas está no alto índice de ataque por pragas, com destaque para a broca-dos-frutos, broca-da-semente, broca-dos-ponteiros, broca-do-tronco, cochonilhas, dentre outras. Em determinadas épocas do ano, caso não haja o devido controle das pragas, a perda da produção pode chegar a 100%. A carência de variedades

melhoradas e o pouco conhecimento sobre os problemas fitossanitários têm limitado o cultivo destas anonáceas. Várias medidas são recomendadas para o controle de pragas, sendo o controle químico, o principal método adotado, apesar dos severos prejuízos causados ao meio ambiente.

O uso do silício em plantas tem sido ampliado devido à possibilidade de redução do ataque de pragas em geral, além de melhoria da qualidade dos produtos, dentre outras vantagens. Experimentos de campo conduzidos com diversas espécies de plantas demonstram resultados bastante consistentes no incremento da produção e no controle de pragas. O desenvolvimento de tecnologia para produção de frutos de pinha por meio de aplicação de silício no solo pode refletir em melhorias consideráveis para o produtor, que poderá ofertar frutos com excelente qualidade recebendo, assim, melhor remuneração pelo seu produto.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da aplicação do silício na nutrição mineral e na produção de pinheiras nas condições irrigadas.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Importância econômica e social da pinha

No Brasil, a fruticultura ocupa uma área de dois milhões e quinhentos mil de hectares comerciais com sua produção estimada em 10 bilhões de reais anuais. Existem no Brasil 30 pólos de fruticultura, espalhados de Norte a Sul, abrangendo mais de 50 municípios. De 2003 a 2008, o Brasil duplicou a exportação de frutas (IBRAF, 2009), e o Nordeste passou a ocupar um lugar de destaque no setor, garantindo emprego de 400 mil pessoas em áreas do semiárido da Bahia e Pernambuco, revertendo o êxodo rural (EMBRAPA, 2004).

No setor frutícola, para cada hectare de pomar constituído, são gerados dois empregos: um no campo e um na cidade. Atualmente, o setor gera quatro milhões de empregos diretos. Assim, esse segmento está entre os principais geradores de renda, de empregos e de desenvolvimento rural (EMBRAPA, 2004).

As anonáceas apresentam importância econômica e social em várias regiões do mundo, nas quais podem chegar a ser uma das principais frutíferas cultivadas. No Brasil as anonáceas que apresentam maior importância econômica são a pinha, a atemóia e a graviola (DONADIO, 1997).

A pinha vem sendo cultivada em escala comercial em alguns países tropicais e subtropicais. No Brasil, destacam-se os estados do Sudeste e alguns do Nordeste (Alagoas, Bahia, Sergipe, Pernambuco, Rio Grande do Norte e outros) (SÃO JOSÉ *et al.*, 1997). No Nordeste brasileiro, a pinha gera milhares de empregos, sobretudo nos períodos de polinização e colheita. Os excelentes preços obtidos pela fruta nos principais mercados consumidores tornam-na uma alternativa econômica sólida para a agricultura familiar, contribuindo para a fixação de trabalhadores rurais no campo e gerando receita para o município (ARAÚJO *et al.*, 1999).



Dados da Ceasa de Belo Horizonte destacam que a oferta de pinha no período de 2000 a fevereiro de 2011 foi 2.445.332 kg, com um preço médio de R\$ 4,08/kg (CEASAMINAS, 2011).

## 2.2. Origem e Botânica

As anonáceas constituem uma família com arbustos e árvores aromáticas, quase que exclusivamente tropical, com poucas espécies subtropicais. Os membros desta família são das espécies mais primitivas e se caracterizam pela disposição em espiral de estames e carpelos, por terem sementes com endosperma ruminado e também por apresentarem grande número de espécies com sementes ricas em óleos essenciais. A família compreende mais de 120 gêneros e 2.000 espécies, originárias das regiões tropicais e subtropicais da América, Ásia e África. Dentre os gêneros mais importantes, pode-se destacar o gênero *Annona*, compreendido por aproximadamente 90 espécies, sendo as mais importantes: a pinha (*Annona squamosa* L.), a atemoia (*Annona cherimólia* MILL. x *Annona squamosa* L.), a graviola (*Annona muricata*) e a cherimoia (*Annona cherimoia* MILL.) (ARAÚJO *et al.*, 1999).

A pinha (*Annona squamosa* L.) é originária das terras baixas da América Central (Ilha de Trindade, nas Antilhas), tendo seguido, depois do México, para ser introduzida no oriente e nas Filipinas (LEON, 1987). Foi introduzida na Bahia, então capital do Brasil, em 1626 e, em 1812, já havia chegado ao Rio de Janeiro, existindo hoje plantas florescendo, frutificando e produzindo frutos de primeira qualidade, desde o extremo Norte do Brasil até o Sudeste e Sul do país. Essa fruta recebe diferentes denominações: no Brasil, ata, pinha ou fruta-do-conde; na Espanha, é conhecida como *annona blanca*; na França, *pamme-canenele* ou *attier* e na língua Inglesa *sugar apple*, *custard apple* ou *sweet soup*, e na China *Fan lichi* (ARAÚJO *et al.*, 1999).

A pinheira é considerada uma árvore baixa, com 4 a 6 metros de altura, muito ramificada (KIILL e COSTA, 2003). As folhas são decíduas, de lâminas oblongo-elípticas, de ápice obtuso ou acuminado, medindo de 4,5 a 15,6 cm de comprimento por 2,1 a 6,2 cm de largura, sendo de coloração verde-brilhante na parte superior e verde-azulado na parte inferior (LEMOS e CAVALCANTI, 1989).

Essa espécie, segundo Kavati (1992), apresenta as partes masculinas e femininas na mesma planta e na mesma flor, sendo, portanto, classificada como uma planta hermafrodita. As flores originárias de pequenos ramos novos, sendo pendentes, solitárias ou em grupo de duas a quatro. Apresentam três sépalas trianguladas que medem de 2 a 3 cm de comprimento, três pétalas externas lanceoladas e grossas, de corte triangular, com 3 cm de comprimento, sendo que, por fora, são amareladas verdosa e por dentro, amareladas, com uma mancha vermelha na sua base (DIAS, 2003; SILVA, 2000). Existem três pétalas internas ovadas, de 6 a 8 mm de comprimento. O receptáculo ocupa o centro da flor e na sua base existem numerosos estames amarelos, e na parte superior, muitos carpelos purpúreos (LEON, 1987).

As flores têm surgimento nos ramos de crescimento anual. Elas podem ser laterais, terminais ou opostas às folhas, surgindo durante todo o período da floração. Frequentemente, as flores novas aparecem em direção ao ápice dos ramos, e as flores da porção basal dos ramos se desenvolvem por completo (CARVALHO et al. 2000).

A flor madura exibe um comportamento de dicogamia, especificamente protogínica, em que a maturação do órgão sexual feminino (gineceu) ocorre antes da maturação do órgão sexual masculino (androceu) e, por isso, a autofecundação dificilmente ocorre (PINTO SILVA, 1994).

O fruto é um sincarpo arredondado, ovóide, esférico ou codiforme, tem de 5 a 13 cm de diâmetro, é formado por carpelos muito proeminentes na maioria dos cultivares, cobertos externamente de saliências achatadas em forma de tubérculo regularmente exposto. Os carpelos estão separados na

base por uma linha creme alaranjada ou roxa, característico do cultivar. A superfície é verde-escura, coberta no início do desenvolvimento do fruto por um pó esbranquiçado. Existem também frutos amarelos ou roxos (MANICA *et al.*, 2003).

### **2.3 Pragas da pinheira**

Vários insetos e ácaros são relatados atacando as folhas, ramos, flores, frutos e sementes das anonáceas. Algumas pragas são de ocorrência generalizada e podem causar grandes perdas, outras aparecem esporadicamente e são consideradas prejudiciais por estarem ligadas à transmissão de doenças. Se não controladas a tempo, provoca atraso no crescimento, perdas na produção e até a morte das plantas. O primeiro e mais importante passo num programa de controle integrado é a identificação correta da praga. Outras informações sobre a distribuição nas áreas produtoras, ciclo de vida, dano e prejuízo econômico são complementares e devem auxiliar no estabelecimento de uma estratégia de controle (ICUMA, 2003). A seguir serão descritos os principais insetos que têm causado prejuízos econômicos às anonáceas.

#### **2.3.1- Broca-do-fruto (*Cerconota anonella*)**

A broca-do-fruto, *Cerconota anonella*, é considerada a praga mais séria das anonáceas, pelos danos expressivos que causa ao fruto (BRAGA SOBRINHO *et al.*, 1998; JUNQUEIRA, 1996; OLIVEIRA *et al.*, 2001), danificando a polpa, reduzindo o seu valor comercial para consumo ao natural ou para o processamento industrial (ICUMA, 2003).

Pertencente à ordem Lepidoptera, família Oecophoridae, a broca-do-fruto apresenta-se na fase adulta como uma mariposa de hábito noturno. As mariposas medem aproximadamente 25 mm de envergadura, de coloração branco-acinzentada com reflexos prateados (NAKANO, 2002).

Elas depositam os ovos, esverdeados, sobre os frutos e, na ausência destes, sobre as brotações e flores. Após a eclosão, as larvas, de coloração variando de rosa, marrom ao verde-pardo e medindo até 20 mm de comprimento, começam a alimentar-se dos frutos, protegendo-se com fios de seda. Posteriormente penetram no fruto, consumindo a polpa. Esse período larval dura em média 12 dias. As aberturas feitas pelo inseto facilitam a invasão de fungos oportunistas, tornando os frutos retorcidos e totalmente enegrecidos (ICUMA, 2003).

As larvas podem empupar no próprio fruto ainda na planta, ou no solo. No fruto, abre uma galeria até a casca, perfurando-a. Com fragmentos dos frutos e fios de seda é construída uma câmara saliente, no interior da qual se transformam em crisálidas de cor marrom. Esse período dura em média 10 dias e, após o mesmo, emerge o adulto. Inicialmente as fêmeas fazem a postura de um ovo por fruto, podendo chegar a 300 ovos por fruto no final da safra. Os sinais de ataque dessa praga são caracterizados pela presença de flores e botões florais secos e de frutos retorcidos, com manchas escuras, irregulares, quase sempre perfuradas, que chegam a atingir até 8 cm de diâmetro. Sobre essas manchas escuras, às vezes, é observado um tipo de serragem escura que são os excrementos da larva e as pupas da praga (ICUMA, 2003).

Por ser uma praga que ataca o fruto, afeta o seu valor comercial, tornando-o impróprio para a comercialização ou dificultando o trabalho de extração da polpa. Além de depreciar a qualidade do fruto, a praga permite a entrada de vários organismos oportunistas que predisõem ou causam a podridão da polpa (BROGLIO-MICHELETTI *et al.*, 2001; GALLO *et al.*, 2002; ICUMA, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2001).

O controle químico não é eficaz quando a larva da *C. anonella* já se encontra instalada no fruto. Portanto, deve ser feito de forma preventiva, quando forem observados os primeiros sinais de ataque (presença de fina serragem entre os gomos), até próximo à maturação dos frutos. Podem ser utilizados inseticidas à base de triclorfon, monocrotofós, endosulfan,

carbaril, fention e piretroides a cada 15 dias (GALLO *et al.*, 2002; MOURA e LEITE, 1997) porém ainda não existem inseticidas registrados para uso em anonáceas. O ensacamento dos frutos de anonáceas pode ser empregado para protegê-los contra o ataque de insetos-praga (CARNEIRO e BEZERRIL, 1993; NIETSCHKE *et al.*, 2003; VILLALOBOS, 1987;).

### **2.3.2 Broca-da-semente (*Bephratelloides pomorum*)**

Essa praga é muito importante no nordeste brasileiro, juntamente com as brocas-do-tronco e as brocas-do-fruto (PINTO SILVA, 1994).

São vespas com cerca de 7 mm de comprimento, de coloração amarelada nos machos e marrom-escura nas fêmeas, sendo estas de abdome pontiagudo e maiores. Os adultos têm longevidade em torno de sete dias, sendo que nesse período as fêmeas podem depositar até 200 ovos (GALLO *et al.*, 2002). Suas larvas são brancas e ao se desenvolverem nas sementes, por 30 a 45 dias, destroem-nas internamente. Por serem canibais, desenvolve-se apenas uma larva por semente, que passa à pupa no seu interior. O adulto, ao emergir, nove a 21 dias depois, faz um furo na semente, abre uma galeria na polpa e abandona o fruto. O ciclo completo varia de 46 a 113 dias (NAKANO, 2002). Os frutos pequenos, com cerca de um centímetro de diâmetro e sementes com 0,8 centímetros já estão sujeitos ao ataque dessa praga (BRUNER e ACUNA, 1967). Não existe controle eficiente para essa praga, uma vez que suas larvas vivem no interior da semente, não sendo atingidas por produtos químicos (GALLO *et al.*, 2002). No entanto, uma das alternativas de controle é a realização de inspeções semanais no pomar para coletar, queimar ou enterrar todos os frutos atacados, que estejam na planta ou caídos ao solo (GAZEL FILHO *et al.*, 2002).

### **2.3.3 Broca-dos-ramos (*Oncideres dejeani*)**

A broca-dos-ramos ou serrador, *Oncideres dejeani*, ocorre em diversas anonáceas, sendo relatado por Morales e Manica (1994) atacando ateira, cherimoleira e gravioleira.

É um besouro que mede 30 mm de comprimento, de coloração parda com os élitros com pontos pretos na parte superior, e brancos por toda a superfície. É também conhecido como serra-paus, por que tem o hábito de cortar os galhos e os troncos. (ICUMA, 2003).

A fêmea adulta, para efetuar a postura, serra um ramo durante vários dias, alimentando-se da casca verde das pontas dos ramos e pratica incisões na casca, pois necessita de madeira recém-cortada, onde deposita os ovos (ICUMA, 2003).

Após a queda do ramo serrado, continua a desova por alguns dias e, após a eclosão, as larvas alimentam-se do lenho. O período chuvoso favorece o aumento da infestação, ao contrário dos períodos secos (ICUMA, 2003).

### **2.3.4 - Broca-do-tronco (*Cratosomus bombina bombina*)**

A broca-do-tronco ataca os ramos ou troncos da ateira (BONAVENTURE, 1999; MORALES e MANICA, 1994), abrindo galerias e causando danos expressivos nas culturas.

Besouro de 22 mm, coloração preta com faixas transversais amarelas no tórax e élitros. As fêmeas põem ovos sob a epiderme dos ramos nas intersecções. Dos ovos, após 20 dias, eclodem as larvas de coloração esbranquiçada que abrem galerias nos troncos (NAKANO, 2002). A larva permanece cerca de 100 dias no interior do tronco e alcança o estágio adulto após viver aproximadamente 50 dias como pupa (MOURA, 1988).

As larvas abrem galerias no interior do caule. O sistema vascular da planta é afetado, seu crescimento se reduz e ela pode até mesmo morrer

quando a infestação é intensa. Um sintoma característico dessa praga é a presença de excrementos, de uma exsudação pegajosa escura no tronco e de uma serragem característica que obstrui parcialmente as galerias abertas pela larva (PINTO SILVA, 1994).

### 2.3.5 Cochonilhas spp

Diversas espécies de cochonilhas são citadas na literatura como pragas das anonáceas. As espécies mais importantes descritas são a cochonilha-parda, *Saissetia coffeae* Walk, 1852 (Homoptera: Coccidae); a cochonilha-de-cera, *Ceroplastes* sp. (Homoptera: Coccidae); a cochonilha-escama-farinha, *Pinnaspis* sp. (Homoptera: Diaspididae); e a cochonilha-do-coqueiro, *Aspidiotus destructor* Signoret, 1869 (Homoptera: Diaspididae), dentre outras menos comuns (MORALES e MANICA, 1994; JUNQUEIRA *et al.*, 1996).

A cochonilha-parda pode atacar folhas, ramos novos e frutos. Os frutos atacados ficam com o desenvolvimento prejudicado e a qualidade afetada. As fêmeas jovens possuem duas carenas transversais e uma longitudinal no dorso, em forma de "H", que desaparecem quando elas se tornam adultas. O inseto é facilmente visível pelo seu formato convexo, com margens estreitas e achatadas, semelhante a um capacete, cuja cor varia de pardo-clara a pardo-escura. Mede de 2,0 mm a 3,5 mm de comprimento por 1,5 mm a 3 mm de largura e 1,0 mm a 2,0 mm de altura. Tem o comportamento de se aglomerar nos ramos e frutos. Reproduz-se por partenogênese e mantém simbiose com as formigas. Como são insetos sugadores, prejudicam o desenvolvimento geral e aumentam a suscetibilidade da planta aos problemas ambientais e patológicos.

A cochonilha-de-cera ataca principalmente ramos novos e folhas. Apresenta o corpo geralmente revestido de cera branca. Quando está sem o revestimento branco, tem coloração parda. Mede de 3 mm a 4 mm de

comprimento, de 2 mm a 2,5 mm de maior largura por 1,5 mm a 2 mm de altura (JUNQUEIRA *et al.*, 1996).

A cochonilha-escama-farinha apresenta coloração pardo-amarelada. As fêmeas têm forma achatada e alongada, com a extremidade mais larga arredondada. Atacam, de preferência, a superfície do fruto, que fica como se estivesse coberto por um pó branco. O tamanho das fêmeas varia de 1,5 a 2,5 mm de comprimento, e o dos machos, cerca de 1 mm (BRAGA SOBRINHO, 2010).

A cochonilha-do-coqueiro pode atacar folhas de plantas jovens, folíolos, pedúnculo floral e frutos. Possui forma circular, achatada, coloração parda, semitransparente, medindo de 1,2 mm a 1,4 mm de diâmetro. As fêmeas jovens possuem pernas e são ápteras, ao passo que os machos apresentam asas (BRAGA SOBRINHO, 2010).

### **2.3.6 Ácaros spp**

As espécies mais frequentes são *Oligonychus annonae*, *Brevipalpus sp.*, *Tenuipalpus granati*.

Atacam folhas, botões florais e frutos. Quando atacam as folhas ainda novas (brotos), estas se tornam deformadas, ligeiramente amareladas; em folhas adultas os sintomas são perda de cor (esbranquiçadas) e queda das mesmas. São responsáveis pela queda de botões florais, uma presença de teia é encontrada envolvendo os botões. Os frutos atacados adquirem coloração marron-bronzeada, depreciando o seu valor comercial. A incidência dessas pragas torna-se elevada no período da seca (MORALLES e MANICA,1994; KAVATI,1992).



## 2.4. Uso do silício na produção e controle de pragas em plantas

O silício (Si) se acumula nos tecidos de todas as plantas, representando entre 0,1 e 10% da matéria seca das mesmas. São reconhecidas as suas influências na resistência das plantas ao ataque de insetos, nematoides, bactérias e fungos, na melhoria do estado nutricional, na redução da transpiração e, possivelmente, também em alguns aspectos da eficiência fotossintética (KORNDORFER *et al.*, 2002). Por estarem comprovados cientificamente esses benefícios, o Si foi incluído na lista dos micronutrientes através do decreto-lei número 4.954, que regulamenta a lei 6.894 de 16/01/1980, aprovada em 14 de janeiro de 2004 (BRASIL, 2004), e que dispõe sobre a produção e comercialização de fertilizantes.

O Si é o segundo elemento mais abundante, em peso, na crosta terrestre e componente majoritário de minerais do grupo dos silicatos (RAIJ, 1991). Do ponto de vista agrônômico, as principais formas de Si presentes no solo são: a) Si solúvel ( $H_4SiO_4$  – ácido monossilícico), que, desprovido de carga elétrica, tem interessantes consequências no comportamento da sílica, com relação aos vegetais; b) Si adsorvido ou precipitado com óxidos de ferro e alumínio e nos minerais silicatados (cristalinos ou amorfos). Os principais solos sob vegetação de Cerrado apresentam alto grau de intemperismo, com alto potencial de lixiviação, baixa saturação de bases, baixos teores de Si-trocável e baixas relações (Ki)  $SiO_2/Al_2O_3$  e (Kr) Sílica/Sesquióxidos de Fe e Al, apresentando, portanto, baixa capacidade de fornecimento de Si disponível para as plantas.

O Si, ao ser absorvido pelas plantas, é facilmente translocado no xilema, e tem tendência natural a se polimerizar. Mais de 94% do Si absorvido pelo trigo foi transportado rapidamente para a parte aérea, concentrando-se nas folhas mais velhas, as quais continham até 11,8% de Si. Em plantas de pepino, ao ser interrompido o suprimento de Si na solução, as folhas superiores apresentaram concentração de Si marcadamente menor que

as inferiores, indicando baixa translocação desse elemento na planta, igualmente ao que acontece com o Ca (BARBER e SHONE, 1966).

Na planta, a sílica concentra-se nos tecidos de suporte, do caule e nas folhas, podendo ser encontrada em pequenas quantidades nos grãos. O conteúdo médio de sílica das raízes é um décimo da concentração do caule. No arroz, a sílica é acumulada nas células da epiderme e nas paredes das células e, também, no exsudato de transpiração dos órgãos sob a forma de sílica coloidal (KORNDÖRFER *et al.*, 2002).

O Si é um elemento químico envolvido em funções físicas de regulagem da evapotranspiração e capaz de formar uma barreira de resistência mecânica à invasão de fungos e bactérias no interior da planta, dificultando também o ataque de insetos sugadores e herbívoros (EPSTEIN, 1999). O efeito da proteção mecânica do Si nas plantas é atribuído, principalmente, ao seu depósito na forma de sílica amorfa ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), na parede celular. A acumulação de sílica nos órgãos de transpiração provoca a formação de uma camada dupla de sílica cuticular, a qual, pela redução da transpiração, faz com que a exigência de água pelas plantas seja menor (KORNDORFER *et al.*, 2002).

As plantas superiores podem ser classificadas, em relação ao acúmulo de Si, e em relação à razão Si/Ca na matéria seca, como acumuladoras, intermediárias e não acumuladoras (MIYAKE e TAKAHASHI, 1983). Algumas gramíneas forrageiras, o arroz e cana-de-açúcar (KORNDÖRFER *et al.*, 1999) apresentam grande acúmulo de Si, sendo consideradas, portanto, como plantas acumuladoras de Si.

Os vegetais são capazes de produzir substâncias tóxicas e outros compostos, que atuam como mecanismos de defesa contra vários agentes (pragas e doenças), inclusive animais herbívoros. São compostos capazes de promover alteração no gosto, tornando-o menos palatável aos animais, que, por isso, diminuem seu consumo, ou ainda, esses vegetais produzem efeitos tóxicos e antinutricionais, para quem os estiver consumindo (KORNDÖRFER *et al.*, 2002).

O investimento das plantas em um sistema de proteção secundária é energeticamente dispendioso, e tais sistemas são ativados, frequentemente, apenas como resposta à predação ou a outros fatores causadores de estresse, como clima adverso, pragas e doenças. Dentre esses compostos podem ser citados os flavanoides, os taninos, os cumarínicos, as saponinas, as cutinas, os alcaloides e o Si (SOEST, 1994). Nelson e Moser (1994) afirmam que a síntese e o acúmulo de vários desses compostos naturais evoluíram conforme as plantas foram se adaptando à grande diversidade de ambiente, sendo observado que a proteção que o Si fornece às plantas está relacionada com a resistência aos efeitos, tanto bióticos quanto abióticos (EPSTEIN, 1999).

Experimentos de campo conduzidos no Brasil, principalmente em solos arenosos, têm demonstrado resultados bastante consistentes com relação ao efeito do Si em cana-de-açúcar. Conforme Datnoff *et al.*, (2001), os aumentos de produção de cana-de-açúcar variaram de 11 a 16%, na cana-planta e de 11 a 20% na cana-soca.

Segundo Faria (2000), a produção de grãos do arroz aumentou de forma positiva com o incremento das doses de Si aplicadas. Independentemente do tipo de solo, houve um aumento linear da produção que variou de 38,6 para 54,30g.vaso<sup>-1</sup> na areia quartzosa e de 60,60 para 79,00 g.vaso<sup>-1</sup> no latossolo vermelho-amarelo, respectivamente para as doses 0 e 600 kg.ha<sup>-1</sup> de Si. Esse comportamento linear sugere que a produção de grãos poderia ter sido ainda maior, caso fossem utilizadas doses de Si superiores a 600 kg.ha<sup>-1</sup>. Segundo Korndörfer (1999), tanto os parâmetros de solo como os das plantas de arroz foram significativamente afetados pelas fontes e doses de Si utilizadas.

De acordo com Korndörfer *et al.* (2002), houve aumento significativo na produção do arroz irrigado (47%) com o aumento das doses de silicato. O aumento da produção deve-se ao efeito do Si no controle da severidade da bruzone das folhas.

Objetivando-se avaliar o efeito da aplicação de silício em plantas de milho no desenvolvimento da lagarta-do-cartucho, *Spodoptera frugiperda*

(J.E. Smith), observou-se que as mandíbulas das lagartas, nos seis ínstares, apresentaram desgaste acentuado na região incisora quando em contato com folhas com maior teor de silício. A aplicação de silício pode dificultar a alimentação de lagartas, causando aumento de mortalidade e canibalismo e, portanto, tornando as plantas de milho mais resistentes à lagarta-do-cartucho (GOUSSAIN *et al.*, 2002).

O efeito do silício na redução de populações de insetos-praga como delfacídeos, gorgulhos, lagartas, pulgões e tripes foram verificados em várias culturas (CARVALHO *et al.*, 1999; DJAMIN e PATHAK, 1967; SALIM e SAXENA, 1992; SAWANT *et al.*, 1994; TAYABI e AZIZI, 1984).

A broca-do-colmo (*Eldana saccharina*) é uma das pragas mais destrutivas da cana-de-açúcar na África do Sul. Estudos com essa praga demonstraram que o teor de Si nos colmos de 6 diferentes cultivares de cana aumentou e que houve redução na massa de insetos (brocas) de até 20% e na de colmos brocados de até 23,7% com o uso de silicato de cálcio. Em outro trabalho, a acumulação de Si nas folhas de cana-de-açúcar pelo uso de silicato resultou no controle da broca-do-colmo (KORNDÖRFER *et al.*, 2002).

Dessa forma, o uso do silício no incremento da produção e no controle ou redução de insetos e doenças vem sendo comprovado em várias espécies, principalmente em gramíneas. No entanto, não foram encontrados na literatura quaisquer resultados da aplicação de silício em anonáceas, o que justifica a execução do experimento.

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Localização da área experimental**

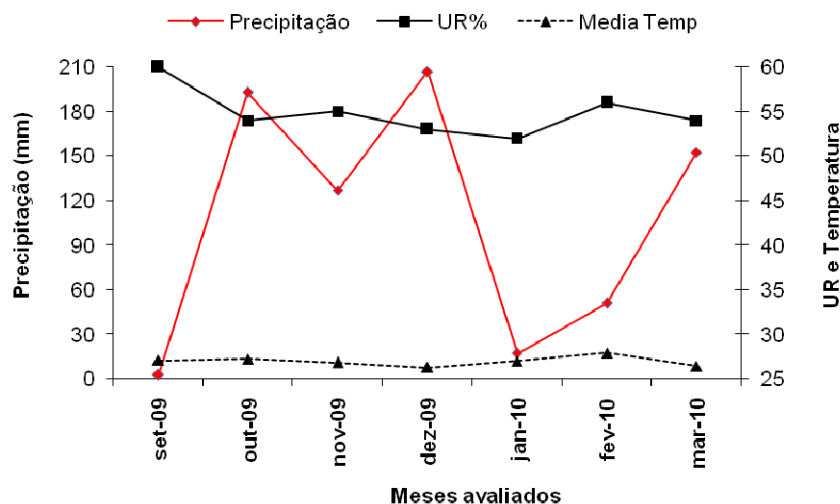
O experimento foi implantado no período de setembro de 2009 a março de 2010, em pomar experimental de pinheira *Annona squamosa* L., localizado na Universidade Estadual de Montes Claros-UNIMONTES, Campus de Janaúba, região Norte de Minas Gerais, nas coordenadas geográficas 15°49'56'' de latitude Sul, 43°16'20'' de longitude Oeste e altitude de 556 m. O clima predominante na região estudada é o tropical seco do tipo (Aw), segundo a classificação climática de Köppen.

#### **3.2 Caracterização da área experimental**

Foram selecionadas vinte e cinco plantas úteis observando a maior uniformidade possível, principalmente quanto ao porte, ao vigor e à fitossanidade. As plantas tinham sete anos de idade, cultivadas no espaçamento de 3,5 m x 3,0 m, com irrigação por microaspersão, sendo um microaspersor por planta. O tipo de solo do local de plantio foi classificado conforme sistema brasileiro de classificação de solos como Cambissolo háplico.

Foram monitoradas as condições climáticas (temperatura, precipitação umidade relativa) da região durante os meses de execução do trabalho. Os dados climatológicos foram obtidos da estação Agrometeorológica da EPAMIG – Unidade Regional EPAMIG Norte de Minas (URENM), município de Nova Porteirinha, MG (FIGURA1).

Os tratos culturais na cultura foram executados seguindo recomendações de Manica *et al.* (2003), com exceção das adubações com silício, cálcio e magnésio.



**FIGURA 1.** Médias mensais de precipitação pluvial, temperatura e umidade relativa, no período de setembro de 2009 a março de 2010, ocorridas durante a condução do experimento. Janaúba, MG. 2010.

### 3.3 Análises físico-químicas do solo e química das folhas

No início de setembro de 2009 foram realizadas amostragens de solo e folhas. As amostras de solo foram retiradas nas profundidades de 0,0 a 0,20 m e de 0,20 a 0,40 m na área experimental, obtendo duas amostras compostas das respectivas profundidades.

Antes de iniciar as amostragens de folhas, realizou-se o sorteio dos tratamentos e identificação das plantas. A coleta foi nos terceiro e quarto pares de folhas de ramos, a partir da inserção do mesmo no tronco, no sentido dos quatro pontos cardeais, na altura mediana das copas, das vinte e cinco plantas selecionadas, seguindo metodologia de Laprode (1991).

As amostras foram encaminhadas para análises nos laboratórios de solos e nutrição de plantas credenciados da EPAMIG (URENM) e Laboratório de solos da Universidade Federal de Uberlândia (UFU). Os resultados estão expressos nas tabelas 1 e 2.

**TABELA 1.** Atributos físico-químicos do solo da área experimental, antes da implantação do experimento, Campus Janaúba, MG, setembro de 2009.

Características	Profundidade do Solo	
	0,0 a 0,20 m	0,20 a 0,40 m
pH em água*	6,40	6,20
P (mg.dm <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	7,90	3,10
K (mg.dm <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	111,00	93,00
Si (mg.kg <sup>-1</sup> ) <sup>6</sup>	6,00	4,10
Na ((cmolc.dm <sup>-3</sup> ) <sup>3</sup>	0,10	0,20
Ca (cmolc.dm <sup>-3</sup> ) <sup>3</sup>	3,10	2,10
Mg (cmolc.dm <sup>-3</sup> ) <sup>3</sup>	1,50	1,10
Al (cmolc.dm <sup>-3</sup> ) <sup>3</sup>	0,00	0,00
H + Al (cmolc.dm <sup>-3</sup> ) <sup>4</sup>	1,60	2,00
SB	5,10	3,70
t (cmolc.dm <sup>-3</sup> )	5,10	3,70
T (cmolc.dm <sup>-3</sup> )	6,70	5,70
m (%)	0,00	0,00
V (%)	76	65
Matéria orgânica (dag.kg <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	2,00	1,20
B(mg.dm <sup>-3</sup> ) <sup>5</sup>	0,30	0,20
Cu (mg.dm <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	3,3	1,4
Fe (mg.dm <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	19,1	22,6
Mn(mg.dm <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	23,6	23,7
Zn (mg.dm <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	5,8	1,9
Areia (dag.kg <sup>-1</sup> )	45,00	47,00
Silte (dag.kg <sup>-1</sup> )	32,00	25,00
Argila (dag.kg <sup>-1</sup> )	23,00	28,00

\*pH em água; 1 Colorimetria; 2 Extrator Mehlich – 1; 3 Extrator KCl 1 mol/L; 4 Extrator acetato de cálcio a pH 7,0; Extrator BaCl<sub>2</sub>; 6 CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol.L<sup>-1</sup>

**Tabela 2.** Valores médios dos teores de nutrientes em folhas de pinheiras, antes da aplicação dos tratamentos. Campus Janaúba MG, setembro de 2009.

<b>Teores foliares</b>						
<b>Macronutrientes</b>						
<b>dag.kg<sup>-1</sup></b>						
<b>Si</b>	<b>N<sup>1</sup></b>	<b>P<sup>2</sup></b>	<b>K<sup>2</sup></b>	<b>S<sup>2</sup></b>	<b>Ca<sup>2</sup></b>	<b>Mg<sup>2</sup></b>
0,32	2,46	0,11	1,00	0,24	2,85	0,43
<b>Micronutrientes</b>						
<b>mg.kg<sup>-1</sup></b>						
<b>B<sup>3</sup></b>	<b>Cu<sup>2</sup></b>	<b>Fe<sup>2</sup></b>	<b>Mn<sup>2</sup></b>	<b>Zn<sup>2</sup></b>	<b>Na<sup>2</sup></b>	
93,68	14,81	66,96	77,19	10,92	55,31	

1/Digestão sulfúrica – Método Kjeldahl; 2/digestão nítrico-percloríca; 3/ Digestão Via seca; dag.kg<sup>-1</sup> = (%); mg.kg<sup>-1</sup> =( ppm).

### 3.4 Delineamento experimental e tratamentos

Após análises dos resultados de solos e folhas, as plantas foram submetidas à poda de produção e aplicação das doses de silicato de cálcio e magnésio. Essas atividades foram executadas no dia 28/09/2009.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 5 tratamentos e 5 repetições, sendo uma planta por parcela. Os tratamentos utilizados foram os seguintes:

Tratamento 1 - Testemunha = 0,0 kg.ha<sup>-1</sup> de Silício/planta

Tratamento 2 - 40 kg.ha<sup>-1</sup> = 40 g de Silício/planta.

Tratamento 3 - 80 kg.ha<sup>-1</sup> = 80 g de Silício/planta.

Tratamento 4 - 160 kg.ha<sup>-1</sup> = 160 g de Silício/planta.

Tratamento 5 - 320 kg.ha<sup>-1</sup> = 320 g de Silício/planta.

O produto comercial utilizado foi o Agrosílicio Plus (silicato de cálcio e magnésio), que contém 25% de Ca, 6,0% de Mg e 10,5% de SiO<sub>2</sub> em sua composição, com poder relativo de neutralização total (PRNT) de 85%.



A aplicação das doses foi via solo, na projeção da copa no bulbo molhado, incorporando o produto de forma superficial, com auxílio de uma enxada, com os devidos cuidados para não danificar o sistema radicular.

Foi realizada polinização artificial, com auxílio de um pincel número 6, efetuando movimentos circulares de seus pelos sobre as anteras das flores em estágio masculino, para retirada do pólen, e logo em seguida executando-se o mesmo movimento sobre o estigma das flores em estágio feminino (SOUZA, 2006).

### **3.5 Características Avaliadas**

#### **3.5.1 Análise de solos**

Na primeira colheita dos frutos, 24/02/2010, procedeu-se a retirada de amostras de solos, das 25 plantas úteis, nas profundidades de 0,0 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m.

#### **3.5.2 Análise nutricional das plantas e frutos**

Foram coletadas amostras contendo 16 folhas de cada parcela experimental, no período da primeira colheita (LAPRODE, 1991).

Após as avaliações dos frutos maduros, amostras de casca, polpa e sementes foram colocadas separadamente em vasilhame de vidro e levadas para estufa de secagem e esterilização, ventilação forçada à temperatura de 65 °C por duas semanas, sendo retiradas quando elas estavam completamente secas. Depois as amostras foram moídas em moinho tipo Wiley e encaminhadas com as amostras de folhas e solos para análises de macro, micronutrientes aos laboratórios de solos e nutrição de plantas credenciados da EPAMIG (URENM); e silício ao laboratório de solos da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

### **3.5.3 Avaliação de Pragas**

Aos 20 dias após a poda de produção, semanalmente, foram realizadas as avaliações das pragas em campo, principalmente da broca-dos- frutos e doenças (antracnose). As avaliações ocorreram até a colheita dos frutos.

Foram contados o número total de frutos e o número de frutos com ataque de pragas (brocas e cochonilhas, incluindo a análise quanto à incidência de ácaros). De acordo com a infestação das pragas, foi calculada a porcentagem de incidência de cada praga nos frutos e nas plantas

### **3.5.4 Características vegetativas e reprodutivas**

No momento da primeira, colheita realizada no dia 24/02/2010, avaliaram-se características vegetativas de cada planta útil com auxílio de régua graduada (mira topográfica), fita métrica (trena) e paquímetro. Anotaram-se a altura das plantas (ALTP), diâmetro da copa no sentido da linha (DCL), diâmetro da copa no sentido da entrelinha (DCEL), comprimento (CR) e diâmetro (DR) de quatro ramos centrais, na altura mediana da planta e nos quatro pontos cardeais. Os valores foram expressos em metros e centímetros.

### **3.5.5 Características físico-químicas dos frutos**

Os frutos foram colhidos com auxílio de uma tesoura, quando apresentaram o ponto de maturação fisiológica, com as seguintes características externas: afastamento dos carpelos, coloração dos tecidos intercarpelares verde-amarelada e a cor da casca em verde mais claro (KAVATI, 1992). Foram realizadas três colheitas, dias 24/02, 05/03 e 17/03/2010, anotando-se o número final de frutos por planta (NFFP).

Os frutos de cada tratamento foram identificados, acondicionados em caixas plásticas e transportados para o laboratório de Fisiologia Pós-colheita da UNIMONTES, Campus de Janaúba, MG. Com uso do paquímetro,

mediram-se comprimento do fruto (CF) e diâmetro do fruto (DF). Em seguida, realizou-se a pesagem dos mesmos, com auxílio de balança digital para determinação da massa fresca (MF). Com os dados mensurados foram calculados produção de frutos por tratamento ( $\text{kg.planta}^{-1}$ ) e produtividade ( $\text{t.ha}^{-1}$ ).

Quatro frutos de cada tratamento, sem sintoma de ataque de brocas, foram selecionados aleatoriamente, devidamente identificados e acondicionados em bandejas plásticas, ficaram mantidos no laboratório com temperatura constante de 25 °C até a completa maturação. Os frutos maduros foram submetidos a avaliações físico-químicas. Primeiramente anotou-se massa fresca do fruto maduro (MFFM), o diâmetro do fruto maduro (DFM), o comprimento fruto maduro (CFM) e a textura dos frutos (Firmeza) que foi avaliada com auxílio de um penetrômetro de bancada.

Após essas avaliações, realizou-se a separação da casca, engaço, polpa e sementes, para determinação das suas respectivas massas, número de sementes (NS), sendo que uma alíquota de polpa dos frutos foi separada para a análise dos teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e pH.

#### **3.5.5.1 Sólidos Solúveis (SS)**

Utilizaram-se três gotas da polpa dos frutos, efetuando-se a medição por meio de refratômetro digital, marca Reichert AR 200, valores expressos em  $^{\circ}\text{Brix}$ .

#### **3.5.5.2 Acidez titulável (AT)**

Para determinar a acidez titulável (AT), utilizou-se, para a titulação, uma bureta com 10 mL de NaOH na concentração de 0,2 N, e as amostras padronizadas a uma concentração de 10% de polpa de fruta diluída em água e três gotas de fenolftaleína.

Para conversão dos valores de leitura para percentual, utilizou-se a seguinte equação 1:

$$(1) \quad AT\% = M \times L \times N (\text{NaOH}) \times f$$

Sendo:

M = massa de polpa de cada amostra,

L = leitura na bureta referente ao gasto de NaOH,

N = Normalidade do NaOH,

f = fator álcali do ácido predominante no fruto.

### **3.5.5.3 Potencial hidrogeniônico (pH)**

Para a medição do pH, empregou-se a padronização das amostras a uma concentração de 10% de polpa de fruta diluída em água, sendo que as medições foram feitas por meio de peagômetro, marca W3B pH Meter.

### **3.5.5.4 Relação brix /acidez (ratio)**

Ratio ou doçura foi obtida da relação dos valores SS/AT. As análises foram efetuadas no laboratório de Pós-Colheita da Universidade Estadual de Montes Claros - Campus Janaúba.

## **3.6 Desgaste do aparelho bucal**

Frutos com sintoma de ataque de brocas retirados dos tratamentos foram identificados, colocados em bandejas com proteção de tela, por período de duas semanas, em laboratório a 25 °C. Após esse período, foi contabilizada a quantidade de insetos.

Em cada tratamento foram selecionadas lagartas, em diferentes instares, que tiveram suas cabeças separadas do corpo. As cabeças foram imersas em solução de hipoclorito de sódio (1%), presente em placas de Petri, por um período de quatro horas, para o seu clareamento, e

posteriormente dispostas em lâminas provisórias. Com o uso da máquina fotográfica acoplada ao microscópio óptico, efetuaram-se fotografias do aparelho bucal, nos aumentos de 40 e 100 vezes, observando, visualmente, o desgaste das incisoras das lagartas, conforme demonstrado em trabalhos com outras espécies de lepidópteros.

### **3.7 Análises Estatísticas**

As características avaliadas foram submetidas à análise de variância e para as diferenças significativas, identificadas pelo teste F ( $P < 0,05$ ), as variáveis quantitativas foram ajustadas por meio da regressão, com o auxílio do programa SISVAR (FERREIRA, 2000).

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Características Químicas do Solo

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$  pelo teste F) entre os tratamentos em relação às características químicas do solo nas profundidades de 0,0 a 0,20 m e de 0,20 a 0,40 m. Na tabela 3, estão descritas as médias dos atributos químicos do solo.

Em relação ao potencial hidrogeniônico (pH) do solo, embora os resultados entre os tratamentos não tenham sido significativos, houve acréscimo nos valores médios dos tratamentos com aplicação de silício em relação à testemunha. Enquanto o solo das plantas sem aplicação de silício apresentou valor de pH de 6,46, os acréscimos observados nos tratamentos foram de T3 = 6,64; T2 = 6,68; T4 = 6,70 e T5 = 6,72, na profundidade de 0,0 a 0,20 m. Na profundidade de 0,20 a 0,40 m, os valores de pH nos tratamentos foram: T4 = 6,46; T2 = 6,48; T5 = 6,54 e T3 = 6,66, enquanto que a testemunha apresentou valor de pH de 6,16. Apesar de não terem sido observadas diferenças significativas, o uso da fonte de silício proporcionou a correção do pH do solo.

**TABELA 3.** Valores médios dos atributos químicos do solo da área experimental após aplicação dos tratamentos em pinheiras, Campus de Janaúba, MG, fevereiro de 2010.

Características Químicas do solo	Doses Profundidades			
	0,0 a 0,20m		0,20 a 0,40m	
	Média Geral	CV (%)	Média Geral	CV (%)
pH em água*	6,64	5,54	6,46	4,65
P (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>2**</sup>	7,25	56,50	4,06	57,90
K (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	145,48	23,75	125,12	29,93
Si (mg kg <sup>-1</sup> ) <sup>6</sup>	8,89	22,59	6,86	30,54
Na (cmolc dm <sup>-3</sup> ) <sup>3</sup>	0,11	22,68	0,13	31,25
Ca (cmolc dm <sup>-3</sup> ) <sup>3</sup>	4,28	18,62	3,00	30,72
Mg (cmolc dm <sup>-3</sup> ) <sup>3</sup>	1,22	25,76	0,87	29,43
Al (cmolc.dm <sup>-3</sup> ) <sup>3</sup>	0,00	-	0,00	-
H + Al (cmolc dm <sup>-3</sup> ) <sup>4</sup>	1,15	22,28	1,41	19,91
t (cmolc.dm <sup>-3</sup> )	6,01	16,46	4,37	24,14
SB	6,01	16,46	4,31	22,78
T (cmolc dm <sup>-3</sup> )**	3,02	43,01	2,74	46,67
V (%)	79,92	22,65	71,68	22,58
Matéria orgânica(dag/ kg <sup>-1</sup> ) <sup>1</sup>	2,12	21,97	1,74	16,13
B(mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>5</sup>	0,36	28,99	0,29	31,76
Cu (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>2**</sup>	1,53	24,37	1,36	26,60
Fe (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>2**</sup>	18,72	36,85	4,67	23,09
Mn(mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>2</sup>	28,1	29,90	26,35	22,06
Zn (mg dm <sup>-3</sup> ) <sup>2**</sup>	2,52	26,82	1,83	26,99
P rem	41,37	2,79	40,42	4,75
CE	0,92	29,58	0,69	37,30

\*pH em água; 1 Colorimetria; 2 Extrator Mehlich – 1; 3 Extrator KCl 1 mol/L; 4 Extrator acetato de cálcio a pH 7,0; Extrator BaCl<sub>2</sub>, 6 CaCl<sub>2</sub> 0,01 mol.L<sup>-1</sup>.\*\* Valores transformado em  $\sqrt{X+0,5}$ .

Estudo sobre Si na produção, qualidade e controle de cigarrinha em *Brachiaria decumbens*, realizado por Araújo e Korndörfer (2008), obteve resultado semelhante ao deste estudo sobre o efeito dos tratamentos com

fonte de Si, não alterando significativamente o pH do solo, nas profundidades 0,0-0,10 e 0,10-0,20m.

O silicato de cálcio pode apresentar características de correção da acidez do solo e ser fonte de bases. Semelhante aos calcários, sua ação promove aumentos nos valores do pH, devido à ação neutralizante do  $\text{SiO}_3^{-2}$  nos solos (ALCARDE, 1992; PRADO e NATALE, 2005).

Pereira *et al.* (2003), avaliando comportamento de diferentes fontes de Si no solo, na cultura do tomateiro, observaram que os efeitos sobre o pH, em argissolo vermelho amarelo eutrófico no município de Piracicaba-SP, não foram significativos devido à elevada saturação por base inicial dos solos. Ressaltaram que a fonte aplicada (xisto) não apresentou efeito sobre o pH, provavelmente por causa da baixa concentração de carbonatos e da baixa reatividade dos silicatos.

A não significância entre os tratamentos também foi observada em relação a dinâmica dos nutrientes e matéria orgânica no solo, nas duas profundidades (TABELA 3). Comportamento semelhante com nutrientes no solo foi encontrado por Fernandes *et al.* (2009) em estudo realizado com aplicação de silício no controle de pragas e doenças do cafeeiro.

Fonseca *et al.* (2008), em trabalho sobre a disponibilidade de silício e micronutrientes no solo, verificaram que não houve diferença significativa entre as fontes de material corretivo para os teores de micronutrientes no solo. Os resultados encontrados indicaram que tanto o calcário dolomítico quanto a escória de siderurgia (fonte de Si) apresentaram efeitos semelhantes na disponibilidade desses nutrientes no solo após 99 dias da aplicação.

Segundo Alcarde (1992), escórias básicas de siderurgia podem ser utilizadas como corretivos de solo e como fonte de Si e outros nutrientes, pois são constituídas principalmente de silicatos de Ca e Mg, podendo conter P, S, Fe, Zn, Cu, B, Mo, Co e atuar na elevação do pH, neutralizando o Al trocável e outros elementos tóxicos.

Com a aplicação de doses crescentes de silicato de cálcio e magnésio, esperava-se um aumento significativo nos valores dos atributos



químicos do solo, principalmente referente ao pH, teor de Si, Ca e Mg e V% e consequente diminuição da disponibilidade de micronutrientes como Cu, Fe, Zn, Mn na solução do solo, em relação a testemunha. Entretanto, essa hipótese nas condições de manejo aplicadas para este experimento não foi confirmada. Isso pode ser explicado pelo tempo, quantidade e velocidade da reação da fonte aplicada, propriedade tampão do solo, que é a capacidade do solo de reabastecer a solução de um definido soluto à medida que o mesmo vai sendo retirado pelas plantas ou outro processo qualquer. Também deve-se levar em consideração o manejo adotado na cultura e das condições climáticas da região.

#### **4.1.1 Silício no solo**

Em comparação à média geral dos teores de silício encontrados, antes (TABELA 1) e depois da aplicação dos tratamentos (TABELA 3), observou-se incremento de silício em torno de 48,17% na profundidade de 0,0-0,20m e de 67,31% na profundidade 0,20-0,40m.

Os teores de Si presentes no solo e nas profundidades 0,0-0,20m e de 0,20-0,40m antes da implantação do experimento foram respectivamente de 6,00 e 4,10 mg.kg<sup>-1</sup>(TABELA 1), apresentando assim possibilidade de encontrar respostas significativas mediante a incorporação de doses crescentes de silício ao solo. Segundo Snyder (1991), solos com teores de Si inferiores a 10 mg.dm<sup>-3</sup>, extraídos com ácido acético 0,5 mol L<sup>-1</sup>, deveriam receber adubação com Si para obtenção de rendimentos máximos, enquanto solos com teores iguais ou superiores a 15 mg.dm<sup>-3</sup> não necessitariam de aplicação desse elemento.

Lana *et al.*(2003) verificaram um aumento linear no teor de Si no solo cultivado com tomateiro com aplicação de doses crescentes de silicato de cálcio; porém, neste trabalho, não foi registrado efeito dos tratamentos. Essa falta de resposta pode estar associada ao período curto das reações no solo, à menor taxa de dissolução do Si, à pouca liberação de Si pelas doses

aplicadas, ao pH inicial que está próximo à neutralidade antes das aplicações e à textura do solo da área experimental.

Em relação à disponibilidade do Si no solo, o teor de argila tem sido considerado como um dos principais parâmetros para se prever a necessidade de Si para as plantas. Os valores de Si extraível aumentam com os teores de argila no solo (MEYER, 2001). Gontijo (2000), estudando solos de diferentes localidades e texturas, verificou que os teores de silício no solo diminuía à medida que aumentavam os teores de areia. Solos com elevadas porcentagens de areia tendem a apresentar baixos teores de Si e, por isso, pouca capacidade de fornecer esse elemento para as plantas. A areia é constituída basicamente por minerais de quartzo que, apesar de possuir alto teor de  $\text{SiO}_2$  em sua composição, possui um baixo potencial de liberação de Si a curto e médio prazo. Assim, a fração areia de um solo é praticamente inerte. Os solos arenosos também apresentam normalmente boa drenagem, o que impede a acumulação de Si e a consequente polimerização desses compostos. Pelo diagrama triangular simplificado da EMBRAPA, a classificação textural do solo da área experimental estudada enquadra-se como textura média.

De acordo com Korndörfer (2005), a disponibilidade de Si depende do pH. Solos mais ácidos possuem maior teor de silício, entretanto há necessidade de elevação do pH para que se promova a liberação do Si adsorvido nos coloides para a solução do solo. Conforme Tisdale *et al.* (1985), geralmente os teores de Si nos solos podem variar entre 5 e 40%.

#### **4.2 Características químicas em folhas de pinheiras**

Para os teores de nutrientes presentes nas folhas de pinheira, não foi constatada diferença significativa ( $P > 0,05$  teste F) entre os tratamentos. As médias gerais dos nutrientes são apresentadas na Tabela 4.

**TABELA 4.** Média geral dos teores de nutrientes em folhas de pinheiras, após aplicação dos tratamentos – Campus Janaúba – MG, fevereiro de 2010.

<b>Macronutrientes</b> <b>dag.kg<sup>-1</sup></b>						
Doses	<b>N</b>	<b>P</b>	<b>K</b>	<b>S</b>	<b>Ca</b>	<b>Mg</b>
M. geral	2,05	0,12	1,03	0,25	2,61	0,45
CV(%)	5,34	9,68	9,98	28,74	11,14	22,76
<b>Micronutrientes</b> <b>mg.kg<sup>-1</sup></b>						
Doses	<b>B</b>	<b>Cu</b>	<b>Fe</b>	<b>Mn</b>	<b>Zn</b>	<b>Na</b>
M. geral	93,68	14,78	42,54	96,67	14,95	78,97
CV(%)	14,25	10,94	29,45	30,83	18,46	22,85

Os valores médios dos teores de macro e micronutrientes encontrados nas folhas das plantas analisadas estão próximos de valores relatados por diversos autores.

Lima e Silva *et al.* (2009) verificaram que os menores teores considerados adequados para cherimoia, graviola e pinha (em dag.kg<sup>-1</sup> para macronutrientes e mg.kg<sup>-1</sup> para micronutrientes) são de 1,4; 0,08; 0,60; 0,22; 0,15; 0,35; 125 e 23, respectivamente para N, P, K, Ca, Mg, S, B, Fe. A variação dos teores de nutrientes constatada nas folhas das seis espécies de *Annonaceae* (em dag.kg<sup>-1</sup> para macronutrientes e mg.kg<sup>-1</sup> para micronutrientes) foi de 1,51 a 3,4 em N; 0,13 a 0,45 em P; 0,53 a 1,29 em K; 0,99 a 3,23 em Ca; 0,25 a 0,75 em Mg; 0,18 a 0,50 em S; 23 a 110 em B; 4 a 11 em Cu; 52 a 214 em Fe; 13 a 440 em Mn e 14 a 47 em Zn (LIMA e SILVA, 2009).

Oliveira (2000) encontrou teor de nitrogênio foliar de 2,5 g.kg<sup>-1</sup> em plantas de pinheira, que receberam até 120 g de nitrogênio por cova. Esses teores médios de nitrogênio confirmam uma normalidade estabelecida para a pinheira.

Em relação ao fósforo, Lima e Silva *et al.* (2009) constataram em folhas de pinheira variação dos teores médios de 0,11 a 0,22 dag.kg<sup>-1</sup>, enquanto que Nascimento *et al.* (2002) verificaram teores médios que

oscilaram entre 0,09 e 0,13 dag.kg<sup>-1</sup> para os diferentes pomares estudados. Esses resultados estão próximos ao encontrados no presente trabalho, que apresentou teores médios de 0,12 dag.kg<sup>-1</sup>. Silva e Silva (1986) obtiveram valores médios superiores entre 0,17 a 0,18 dag.kg<sup>-1</sup>. No início da frutificação ocorre diminuição do teor de fósforo. Isso se deve à mobilização do elemento de folhas mais velhas para órgãos em crescimento e produção de açúcares (GONZALEZ e ESTEBAN, 1974).

O valor médio de 1,03 dag.kg<sup>-1</sup> para potássio, encontrado neste estudo corrobora os resultados registrados por Araújo (2007), o qual encontrou valores médios para o potássio, variando de 0,60 dag.kg<sup>-1</sup> a 1,10 dag.kg<sup>-1</sup>. Nascimento *et al.* (2002) constataram teores entre 0,61 e 1,56 dag.kg<sup>-1</sup>, resultados compatíveis com os obtidos por Silva e Silva (1986), que foram de 1,17 dag.kg<sup>-1</sup> em ramos com frutos e 1,11 dag.kg<sup>-1</sup> para ramos sem frutos. Plantas que receberam até 120 g de K<sub>2</sub>O obtiveram valor médio de 1,5 dag.kg<sup>-1</sup> (OLIVEIRA, 2000).

Para o nutriente cálcio, foram encontrados teores médios de 2,61 dag.kg<sup>-1</sup>. Esse valor é superior aos encontrados por Araújo (2007), Oliveira (2000), Silva e Silva (1986) que foram respectivamente de (1,43 a 2,08; 1,7 e de 2,02 a 2,09 dag.kg<sup>-1</sup>). Valores médios entre 3,7 e 6,8 dag.kg<sup>-1</sup> foram reportados por Nascimento *et al.* (2002), que atribuíram os valores elevados obtidos aos efeitos residuais de calagem.

O teor médio de magnésio foi de 0,45 dag.kg<sup>-1</sup>, a variação encontrada por Araújo (2007) foi de 0,29 a 0,37 dag.kg<sup>-1</sup>, próxima aos valores médios descritos por Silva e Silva (1986) que foi de 0,35 a 4,1 dag.kg<sup>-1</sup> para ramos com frutos e sem frutos respectivamente. Oliveira (2000) relatou valor de 0,5 dag.kg<sup>-1</sup>, enquanto Nascimento *et al.* (2002) obtiveram valores médios entre 0,29 e 0,96 dag.kg<sup>-1</sup>.

O teor foliar médio constatado para enxofre foi de 0,25 dag.kg<sup>-1</sup>. Verifica-se que está próximo aos teores encontrados por Araújo (2007) que foram de 0,15 a 0,23 dag.kg<sup>-1</sup>. Nascimento *et al.* (2002) também reportaram valores entre 0,10 e 2,67 dag.kg<sup>-1</sup>, próximos aos obtidos por Oliveira (2000)

e Silva e Silva (1986) que foram da ordem de  $0,26 \text{ dag.kg}^{-1}$  em ramos com frutos e de  $0,23 \text{ dag.kg}^{-1}$  em ramos sem frutos de plantas de pinha.

Os teores médios de boro, cobre, ferro, manganês, zinco e sódio registrados nas folhas de pinheira foram respectivamente 93,68; 14,78; 42,54; 96,67; 14,95 e 78,97  $\text{mg.kg}^{-1}$  conforme mostra a Tabela 4.

Araújo (2007) encontrou em folhas de pinheiras teores de boro entre 43,22 e 115,46  $\text{mg.kg}^{-1}$ , enquanto Silva e Silva (1986) relataram, também em folhas de pinheira em ramos sem e com frutos, valores médios entre 105  $\text{mg.kg}^{-1}$  e 107  $\text{mg.kg}^{-1}$ .

O cobre apresentou teores médios dentro da amplitude encontrada por Araújo (2007) que foi entre 8,79  $\text{mg.kg}^{-1}$  e 20,54  $\text{mg.kg}^{-1}$ . Os valores encontrados estão bem acima dos descritos por Silva e Silva (1986) para teores em folhas com e sem frutos de pinheira e que variaram de 5  $\text{mg.kg}^{-1}$  a 6  $\text{mg.kg}^{-1}$ .

O elemento ferro apresentou teores médios inferiores aos valores encontrados por Araújo 2007 (60,5 a 90,0  $\text{mg.kg}^{-1}$ ) em folhas de ramos com e sem frutos, cujos níveis variaram de 140  $\text{mg.kg}^{-1}$  a 152  $\text{mg.kg}^{-1}$  (SILVA e SILVA, 1986).

Analisando-se o manganês, observa-se que os teores médios foram maiores do que os encontrados por Araújo (2007) que relata valores de 12,15 a 55,03  $\text{mg.kg}^{-1}$ , e menores do que os obtidos por Silva e Silva (1986) cujos valores médios oscilaram de 197  $\text{mg.kg}^{-1}$  para ramos com frutos a 253  $\text{mg.kg}^{-1}$  para ramos sem frutos.

Em relação ao zinco, o valor encontrado está em consonância com os relatados por Araújo (2007) (3,50 a 37,53  $\text{mg.kg}^{-1}$ ), enquanto Silva e Silva (1986) reportaram valores médios que variaram de 20  $\text{mg.kg}^{-1}$  para folhas de ramos com frutos a 22  $\text{mg.kg}^{-1}$  para folhas de ramos sem frutos.

O sódio foi constatado em maiores quantidades nos ramos com e sem frutos (SILVA e SILVA, 1986). Neste trabalho, valores verificados para Na são considerados elevados.

Geralmente a absorção de Si pelas plantas não interfere na dinâmica dos nutrientes em seus tecidos. Isso se deve à ausência de carga elétrica do  $\text{H}_4\text{SiO}_4$  (ácido monossilícico) que é absorvido pela planta através do fluxo de massa. E o seu deslocamento da raiz até a parte aérea acontece através do xilema e depende da taxa de transpiração, isto é, o transporte do silício na planta ocorre principalmente através do movimento ascendente da água (JONES e HANDRECK, 1967). A absorção e a translocação dos nutrientes pelas plantas são dependentes do equilíbrio externo e interno entre íons. Os resultados encontrados neste trabalho demonstram que o silício acumulado nas folhas de pinheira não teve efeito na dinâmica dos macro e micronutrientes mediante as doses aplicadas.

Segundo Korndörfer (2008), na cana-de-açúcar, a absorção de Si é de natureza não seletiva e energeticamente passiva. O ácido monossilícico, depois de absorvido pelas plantas, é depositado principalmente nas paredes das células da epiderme.

#### **4.2.1 Silício em folha de pinheiras**

Não houve diferença significativa entre os tratamentos ( $P > 0,05$  pelo teste F) em relação aos teores de silício presente nas folhas (TABELA 5).

**TABELA 5.** Teores médios de silício presente nas folhas de pinheiras, antes e depois da aplicação dos tratamentos, Campus de Janaúba, MG, fevereiro de 2010.

Doses Si (g.planta <sup>-1</sup> )	Antes	Depois	Incremento
<b>dag.kg<sup>-1</sup></b>			
T1	0,34	0,45	0,11
T2	0,28	0,52	0,24
T3	0,32	0,56	0,24
T4	0,32	0,52	0,20
T5	0,33	0,57	0,24
Média Geral	0,32	0,52	0,20
CV(%)	25,89	18,47	70,92

**T 1 - 0,0 kg.ha<sup>-1</sup>, T 2 - 40 kg.ha<sup>-1</sup>, T3 - 80 kg.ha<sup>-1</sup>, T4 - 160 kg.ha<sup>-1</sup>, T 5 - 320 kg.ha<sup>-1</sup>.**

Embora os resultados não tenham sido significativos, percebe-se um incremento nos teores médios de silício nas folhas de pinheira após a aplicação, testemunha = 32,35%; T4 = 62,50%; T5 = 72%; T3 = 75,00% e T2 = 85,71%; e na média geral dos tratamentos um acréscimo de silício em torno de 62,50%, em comparação com os teores encontrados antes da aplicação.

Provavelmente a disponibilidade do Si presente no solo foi o principal responsável pelos incrementos observados na parte aérea da pinheira. A absorção, a translocação, a distribuição e os depósitos de Si nas plantas dependem da espécie vegetal e das condições climáticas do ambiente onde elas crescem (WRANG *et al.*, 1998).

Outra consideração a fazer refere-se ao tipo de cultura, pois existem espécies de plantas que apresentam maior capacidade de resposta à aplicação de Si, tais como o arroz, a cana, o trigo, o sorgo e as gramíneas em geral. Para essas plantas, a adubação com fontes ricas em Si tem proporcionado benefícios, principalmente quando as mesmas estão sujeitas a algum tipo de estresse, seja biótico ou abiótico. Os benefícios associados ao uso de

silicatos estão relacionados não apenas ao fornecimento de Si, mas também aos seus efeitos como corretivos de acidez, fornecimento de Ca, Mg e também de micronutrientes, tais como Cu, Fe, Mn (QUEIROZ, 2003).

O conteúdo de silício na planta varia de 0,1% a 10% em base seca, concentrando mais nos tecidos-suportes do caule e das folhas. As plantas podem ser acumuladoras e não acumuladoras de silício; essa classificação depende de suas habilidades e podem ser avaliadas de acordo com a relação molar Si:Ca. Nas relações acima de 1,0 as plantas são acumuladoras (arroz, cana-de-açúcar, trigo, sorgo e as gramíneas em geral), e não acumuladoras (morango, tomateiro, cafeeiro e dicotiledôneas em geral) que são caracterizadas por um baixo teor de silício, em média tem a relação Si:Ca menor que 0,5 mesmo com altos níveis desse elemento no meio (MA *et al.*, 2001).

Em avaliação do acúmulo de silício em plantas de pepino, Barber e Shone (1966) verificaram que a supressão de silício na solução propiciou o aumento da concentração de silício nas folhas superiores em relação às inferiores, indicando baixa translocação desse elemento. Lana *et al.* (2003) estudaram a absorção de silício pelo tomateiro em casa de vegetação, sendo observada a baixa acumulação desse elemento nas suas folhas. Lana *et al.* (2003) constataram que as doses crescentes de silicato de cálcio, aplicadas via solo, não diferiram significativamente em relação aos teores acumulados nas folhas de tomateiro. Esses resultados são semelhantes aos encontrados em pinheira para este trabalho. Os mesmos autores observaram que em doses crescentes aplicadas no solo, o maior teor de Si foi constatado nas folhas maduras, indicando assim, translocação do elemento das folhas mais novas para as folhas maduras.

Blaich e Grundhörfer (1998) investigaram a absorção de Si em videira em experimentos de campo instalados em diferentes locais e verificaram que o teor de Si foliar em plantas crescendo no solo foi de 0,44 a 0,73%, associando a variação desses valores à disponibilidade de Si no solo de cada local de condução do experimento.



Pereira *et al.* (2003), em trabalho avaliando diferentes fontes de silício na cultura do tomateiro, constataram que o xisto aplicado como fonte aumentou o teor de Si nas folhas das plantas, diferindo da testemunha. Verificaram também que o aumento de Si nas plantas foi mais expressivo que no solo, indicando razoável correlação entre o Si liberado ao solo e o Si absorvido pelas plantas.

Wutscher (1989), analisando plantas de citros das cultivares 'Hamlin' e 'Valência' enxertadas em limão rugoso que cresceram em solução nutritiva contendo 66 ppm de Si por um período de sete meses, verificou que o maior acúmulo de Si ocorreu nas folhas e nas raízes. O autor concluiu que os citros, embora não tenham capacidade de acumular o Si em alta concentração, pode se beneficiar desse elemento em pequenas quantidades.

Em trabalho sobre a utilização de silício no controle de pragas e doenças do cafeeiro, Fernandes *et al.* (2009) notaram redução no teor de silício nas folhas da testemunha (sem silício), porém constatou um aumento de 45%, 27% e 23% no teor de silício nas folhas quando aplicaram agrossilício em pó via solo e silício líquido solúvel. Os autores encontraram teor de Si foliar de  $0,6 \text{ mg.kg}^{-1}$ , para aplicação via solo e para aplicação via foliar (silício solúvel), o valor encontrado nas folhas foram de  $0,7 \text{ mg.kg}^{-1}$ . Os teores de silício em uma folha de café, em média, é de  $0,3 \text{ mg.kg}^{-1}$  em condições normais de campo (FERREIRA *et al.*, 2007).

Em levantamento de teor de silício em folhas bananeiras do Vale do Ribeira realizado por Gonçalo e Godoi (2009), das 43 amostras coletadas 41,8% apresentaram concentração de Si  $< 5 \text{ g.kg}^{-1}$ ; 48,8% apresentaram concentração de Si entre 5 e  $10 \text{ g.kg}^{-1}$  e 9,3% apresentaram concentração de Si  $> 10 \text{ g.kg}^{-1}$ . Consoante Ma *et al.*(2001), as plantas que acumulam mais de  $10 \text{ g.kg}^{-1}$  de Si na folha podem ser consideradas como acumuladora, confirmando assim que a banana é uma planta acumuladora. Esses resultados se referem às folhas novas, uma vez que, provavelmente, em folhas mais velhas, esta concentração de Si seria maior devido ao acúmulo com a idade

da folha (OPFERGELT *et al.*, 2006). Os mesmos autores concluíram para esse estudo que nem sempre a relação do aumento do silício no solo promove maior acúmulo de silício nas folhas de bananeira.

Em um levantamento com 175 espécies vegetais que cresceram em um mesmo solo contendo Si, Takahashi e Miyake (1977) distinguiram-nas em acumuladoras de Si – a absorção de Si excedendo a absorção de água, e não acumuladoras – a absorção de Si sendo similar ou menor do que a absorção de água. O Si, embora não seja essencial às plantas, é considerado um elemento agronomicamente benéfico, pois promove o desenvolvimento de muitas espécies de plantas (SAVANT *et al.*, 1997; EPSTEIN, 1994; 1999; 2001). Epstein & Bloom (2005) ressaltam que plantas crescendo em ambiente rico em Si devem diferir daquelas presentes em ambientes deficientes nesse elemento, principalmente quanto à composição química, resistência mecânica das células, características de superfície foliar e tolerância ao estresse abiótico.

#### **4.3 Nutrientes em casca, polpa e sementes**

Não houve diferenças significativas ( $P > 0,05$  pelo teste F) na composição química da casca, polpa e sementes dos frutos de pinheira com a aplicação de doses crescentes de silicato de cálcio e magnésio.

Os macronutrientes mais abundantes no fruto foram o nitrogênio e o potássio (TABELA 6).

**TABELA 6.** Média geral de macronutrientes encontrados em frutos de pinheiras submetidas à aplicação de silício, Campus da UNIMONTES, Janaúba, MG, fevereiro de 2010.

<b>Macronutrientes</b>						
<b>Casca (A)</b>						
<b>dag.kg<sup>-1</sup></b>						
	<b>N<sup>1</sup></b>	<b>P<sup>2</sup></b>	<b>K<sup>2</sup></b>	<b>S<sup>2</sup></b>	<b>Ca<sup>2</sup></b>	<b>Mg<sup>2</sup></b>
Média Geral	0,93	0,13	1,92	0,10	0,07	0,12
CV(%)	16,07	10,87	6,19	11,07	38,22	6,21
<b>Polpa (B)</b>						
Média Geral	0,93	0,14	1,87	0,07	0,10	0,15
CV(%)	11,64	16,06	6,31	13,54	26,00	7,05
<b>Semente (C)</b>						
Média Geral	2,85	0,23	0,58	0,13	0,13	0,12
CV(%)	9,56	5,83	5,54	14,36	10,47	4,80
Total						
A+B+C	4,71	0,50	4,37	0,30	0,30	0,39

1. Digestão sulfúrica-Método Kjeldahl; 2. Digestão nítrico – perclórica;
3. Digestão via seca. dag/kg = (%) = ppm

Para os micronutrientes (TABELA 7), encontram-se teores maiores para boro, ferro, zinco e manganês e alta concentração de sódio. Esses resultados confirmam os valores encontrados por Silva e Silva (1996).

**TABELA 7.** Média geral de micronutrientes encontrados em frutos de pinheiras submetidas à aplicação de silício, Campus da UNIMONTES, Janaúba, MG, fevereiro de 2010.

<b>Micronutrientes</b>						
<b>Casca (A)</b>						
<b>mg.kg<sup>-1</sup></b>						
	<b>B<sup>2</sup></b>	<b>Cu<sup>1</sup></b>	<b>Fe<sup>1</sup></b>	<b>Mn<sup>1</sup></b>	<b>Zn<sup>1</sup></b>	<b>Na<sup>1</sup></b>
Média Geral	8,37	6,88	9,63	5,37	3,96	32,22
CV(%)	11,81	17,91	31,69	27,21	27,75	28,91
<b>Polpa (B)</b>						
Média Geral	4,05	5,84	55,70	4,94	7,20	51,07
CV(%)	20,55	29,32	25,48	45,91	15,99	35,50
<b>Semente (C)</b>						
Média Geral	8,69	20,49	29,75	13,59	29,82	12,91
CV(%)	3,56	11,07	38,11	12,69	8,24	38,36
Total A+B+C	21,11	33,21	95,08	23,90	40,98	96,20

1. Digestão nítrico – perclórica; 2. Digestão via seca. dag/kg = (%) = ppm

Em relação ao teor de silício, foi observado um maior acúmulo do elemento na casca (TABELA 8). Na literatura há escassez de trabalhos avaliando os benefícios de silício para as fruteiras e poucas informações referente à translocação, quantificação e influência na composição química dos frutos.

**TABELA 8.** Média geral de teores de silício encontrados em frutos de pinheiras submetidas à aplicação de doses de silício, Campus UNIMONTES, Janaúba, MG, fevereiro de 2010.

Doses	<b>Silício</b>			
	<b>dag.kg<sup>-1</sup></b>			
	<b>Casca</b>	<b>Polpa</b>	<b>Semente</b>	<b>Total</b>
Média Geral	0,36	0,13	0,08	0,50
CV(%)	52,26	43,38	62,35	-

Almeida e Valsechi (2001) encontraram a seguinte variação da composição química, em porcentagem, de seis amostras de polpa de ata ou

pinheira: sílica (SiO<sub>2</sub>) de 0,44 a 0,93; Cálcio de 4,30 a 7,35; Magnésio de 2,17 a 5,79; potássio de 34,70 a 46,67; sódio de 1,16 a 2,31; fósforo de 6,08 a 8,81; ferro de 0,21 a 0,45.

Valores expressos em (mg.kg<sup>-1</sup>) para os nutrientes encontrados na tabela brasileira de composição de alimentos (TACO, 2006) para pinha foram os seguintes: Ca = 21,0, Mg = 31,0, Mn = 0,15, P = 34,0, Fe = 0,20, Na = 1, K = 283,0 Cu = 0,11, Zn = 0,20; os quais são semelhantes aos teores encontrados no presente trabalho.

Qin e Tian (2005) estudaram a aplicação de Si na forma de metassilicato de sódio no controle de *Penicillium expansum* e *Monilinia fructicola* em frutos de cereja, dois importantes patógenos em pós-colheita. Eles observaram redução no apodrecimento dos frutos em função das concentrações crescentes de Si, efeito sinérgico quando o Si, na concentração de 1%, foi combinado com o agente de controle biológico *Cryptococcus laurentii* (1 x 10<sup>7</sup> células/ml) no controle da podridão dos frutos de cereja causada por *P. expansum* e *M. fructicola*. O favorecimento na reprodução do agente de controle biológico em ferimentos nos frutos de cereja resultou, conseqüentemente, em uma redução na produção de propágulos dos fungos *P.expansum* e *M. fructicola*, e inibição da germinação dos seus conídios. Além disso, os autores constataram aumento na atividade das enzimas fenil-alanina-amônia-liase, polifenoloxidase e peroxidase em frutos de cereja que receberam a aplicação de Si.

Os efeitos benéficos da absorção e acumulação de Si, em geral, estão relacionados com as funções estruturais e a defesa das plantas, ou seja, o Si pode afetar a produção vegetal por meio de várias ações indiretas, como a melhor arquitetura das plantas (folhas mais eretas). Isso diminui o autossombreamento, reduzindo o acamamento; aumentando a rigidez estrutural dos tecidos; amenizando a toxidez de Fe, Mn, Al e Na; diminuindo a incidência de patógenos; e aumentando a proteção contra herbívoros, incluindo os insetos fitófagos (EPSTEIN, 1994; MARSCHNER, 1995).

#### 4.4 Características físicas dos frutos e produtividade

Não foi constatada diferença estatística ( $P > 0,05$  pelo teste F) entre os tratamentos para número, comprimento, diâmetro e massa fresca dos frutos, além da produtividade. A média geral dos tratamentos para essas variáveis está representada na Tabela 9.

O número de frutos por planta (NFFP) variou de 35 a 115 frutos, o que se explica devido à retirada de ramos secos de algumas plantas no momento da poda, diminuindo a quantidade de ramos produtivos. A produção varia de 150 a 200 frutos/planta/ano muito embora, sob condições de sequeiro na região Nordeste, a produtividade só atinge de 100 a 150 frutos/planta/ano (ARAÚJO FILHO *et al.*, 1998). Deve-se levar em consideração que esta quantidade de frutos é relativa ao porte, idade da planta, polinização, manejo nutricional, densidade de plantas, dentre outros fatores.

A produção média de frutos encontrada por planta foi de 12 kg e produtividade de  $11,41 \text{ t.ha}^{-1}$  (TABELA 9). Cardoso *et al.* (2004) constataram em média 3 kg/planta nos primeiros três anos de produção e variação de 6 a 12 kg nos anos seguintes. Costa *et al.* (2002), em trabalho sobre adubação com nitrogênio e boro em pinheira, encontraram produção em plantas com quatro anos de idade de  $22.365 \text{ frutos.ha}^{-1}$  e produtividade de  $6,06 \text{ t.ha}^{-1}$ . Os valores considerados ótimos para a ateira irrigada nas regiões produtoras do Nordeste giram em torno de 15 kg por planta, por ano (COUCEIRO, 1983).

**Tabela 9.** Média geral do número final de frutos por planta (NFFP), massa fresca do fruto (MF), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF) produção (PROD) e produtividade (PRODU) de pinheiras submetidas à aplicação de doses de silício, Campus da UNIMONTES, Janaúba, MG, fevereiro de 2010.

<b>DOSES</b>	<b>NFFP (UN)</b>	<b>MF (g)</b>	<b>CF (cm)</b>	<b>DF (cm)</b>	<b>PROD (kg.planta<sup>-1</sup>)</b>	<b>PRODU (t.ha<sup>-1</sup>)</b>
<b>Média Geral</b>	75,00	194,64	7,01	7,47	12,00	11,41
<b>CV(%)</b>	23,71	9,72	3,42	2,84	26,28	26,28

Gomes *et al.* (2008) não encontraram resposta positiva da aplicação de silício na produtividade da cultura da batata, não observando diferenças significativas entre os tratamentos em relação à produção de tubérculos. Entretanto, resultados de aumentos de produtividade pela aplicação de silício foram observados em cana-de-açúcar (KORNDÖRFER *et al.*, 2002) e em arroz (CARVALHO-PUPATTO *et al.*, 2004).

Lima Filho e Tsai (2007) verificaram o efeito do silício no desenvolvimento reprodutivo da aveia branca e no trigo, observaram aumento na produção de grãos para o trigo, em relação à testemunha na ordem de 43%, 100% e 60% nos cultivares estudados.

No presente trabalho, a massa média dos frutos foi de 194,64 g (TABELA 9), variando entre 162,68 e 237,50 g. Sousa (2005), em estudo sobre atributos de qualidade de frutos em vários genótipos de pinheira, encontrou massa média de 270,07 g, valor superior ao encontrado neste trabalho. O mesmo relata uma ampla variação em relação entre as massas dos frutos de 178,10 a 417,68 g. Outros valores são relatados na literatura, como os registrados por Carvalho *et al.* (2000), em que os frutos tiveram massas entre 202,00 g a 235,00 g. Maia *et al.* (1986) encontraram frutos entre 138 g e 393 g e Leal (1990) observou massa de pinha variando entre 210 e 265 g.

O comprimento e o diâmetro médios encontrados para os frutos corroboram os valores observados por Silva *et al.* (2000) que obtiveram frutos com comprimento e diâmetro de 6,8 a 8,7 cm e 7,8 a 10,1 cm, respectivamente. Maia *et al.* (1986) registraram frutos com 4,3 a 7,4 cm de comprimento e 5,3 a 7,8 cm de diâmetro, enquanto Wenkan e Miller (1965) verificaram frutos com comprimento de 6,35 a 6,98 cm e diâmetro de 6,98 a 8,25 cm. Sousa (2005) encontrou valores médios de 8,12 e 8,21 cm para comprimento e diâmetro respectivamente; superiores aos constatados neste trabalho. Dias *et al.* (2003) encontraram respectivamente para média de massa dos frutos, diâmetro e comprimento, os seguintes resultados: 230,55 g a 258,69g; 7,88 cm a 8,26 cm e 7,70 cm a 8,02 cm.

O diâmetro semelhante aos comprimentos caracteriza o formato dos frutos em arredondados ou codiformes, características marcantes em frutos de pinheira e preferidos para comercialização (DANTAS *et al.*, 1991).

Estudos relacionados aos atributos como massa, comprimento e diâmetro são importantes devido a suas utilizações como padrões para a classificação dos frutos, visando a quantificar o número de frutos por embalagem para comercialização (KAVATI, 1997).

#### **4. 5 Características vegetativas das plantas**

Não foi constatada diferença significativa ( $P > 0,05$  pelo teste F) entre os tratamentos para a altura das plantas. Valores médios variaram entre 2,84 e 3,22 m, e, na média geral dos tratamentos, o valor encontrado foi de 3,08 m, conforme mostra a Tabela 10.



**TABELA 10.** Valores médios de altura de plantas (ALTP), diâmetro da copa no sentido da linha de plantio (DCL), diâmetro da copa no sentido da entrelinha (DCEL), comprimento de ramos (CR) e diâmetro de ramos (DR) de pinheiras submetidas à aplicação de silício. Janaúba, MG, fevereiro 2010.

<b>DOSES</b>	<b>ALTP (m)</b>	<b>DCL (m)</b>	<b>DCEL (m)</b>	<b>CR (m)</b>	<b>DR (cm)</b>
<b>Média Geral</b>	3,08	2,90	2,94	1,20	2,2
<b>CV(%)</b>	10.56	14.34	8.28	10.36	10.70

O diâmetro no sentido da linha e entrelinha da copa não apresentou diferenças significativas ( $P > 0,05$  pelo teste F) entre os tratamentos, obtendo uma média geral de 2,90 e 2,94 m respectivamente, medidas que confirmam a uniformidade das plantas. A, os resultados demonstram a não interferência dos tratamentos no desenvolvimento do diâmetro da copa das plantas.

O comprimento e o diâmetro dos ramos das pinheiras apresentaram valores que ficaram entre 1,16 m e 1,27 m; 2,0 cm e 2,3 cm e na média geral dos tratamentos 1,20 m e 2,0 cm, respectivamente. Também não foi constatada diferença significativa entre os tratamentos para essas variáveis (TABELA 10). Em trabalho realizado com pinheira, Souza (2006) relatou a não interferência do tratamento número de fruto por planta no desenvolvimento da copa destas plantas.

Gomes *et al.* (2008) observaram que as aplicações de silício não interferiram na altura e no diâmetro das hastes das plantas de batateira, talvez por não ser considerada acumuladora de Si. Resultados encontrados por Neri (2006) em estudo sobre a aplicação de silício em milho demonstraram que esse nutriente não afetou a altura das plantas, mas aumentou o diâmetro do caule, o que se deve, provavelmente ao fato de ser considerada uma planta acumuladora de Si. Segundo Jarvis (1987), o silício é um elemento mineral que, depois de absorvido pelas plantas, se polimeriza e acumula na parede celular da epiderme e dos tecidos de suporte e sustentação, fortalecendo significativamente a estrutura da planta, decorrente do fortalecimento do caule (PLUCKNETT, 1971).

Dentre os benefícios proporcionados pela adubação com silício, destaca-se sua influência positiva no crescimento e desenvolvimento das plantas (principalmente das acumuladoras de Si). Esse efeito não foi observado em plantas de pinheiras, talvez porque elas não sejam consideradas acumuladoras de silício, como também não se constatou efeito das doses aplicadas na nutrição dessas plantas. Os resultados obtidos (TABELA10) ratificam os dados dos autores sobre o crescimento uniforme e de que alterações nas características vegetativas são mais associadas ao nível tecnológico do manejo empregado e das condições edafoclimática da região onde a cultura está inserida.

#### 4.6 Características físico-químicas dos frutos maduros

##### 4.6.1 Características físicas

Não foi observada diferença estatística ( $P > 0,05$  pelo teste F) entre os tratamentos para massa fresca, para a perda de massa e firmeza dos frutos, conforme mostra a Tabela 11.

**TABELA 11.** Média geral da massa fresca (MFM), perda de massa fresca (PMFF) e firmeza (FIR) de frutos maduros de pinheiras submetidas à aplicações de doses de silício, Campus da UNIMONTES, Janaúba, MG, fevereiro de 2010.

<b>DOSES</b>	<b>MFM</b> <b>(g)</b>	<b>PMFF</b> <b>(%)</b>	<b>FIR</b> <b>(N)</b>
<b>Média Geral</b>	164,22	15,68	8,24
<b>CV(%)</b>	10.29	11.42	22,51

A perda de massa fresca observada de 15,68% para os frutos de pinheira é considerada elevada para as anonáceas, porém convém ressaltar que os frutos ficaram em temperatura de 25 °C em laboratório. Temperaturas inferiores a 15 °C causam injúrias por frio, e o amadurecimento normal

ocorreria entre 15 e 20 °C com umidade entre 85-95%. Segundo Zúñiga (1977), a perda de peso por transpiração com níveis maiores que 4% provoca diminuição da qualidade.

A perda de massa fresca é intensa nas primeiras horas ou primeiros dias de armazenamento, quando o produto ainda está sendo refrigerado. Quanto mais longo for o período de resfriamento do produto, maior será sua perda de água. As perdas entre 3% e 6% são suficientes para causar redução na qualidade de muitos produtos, ao passo que outros, mesmo perdendo 10% ou mais ainda podem ser comercializados.

Em trabalho com cherimoia (*A. cherimola* L.) cv. Concha Lisa, armazenado a  $6 \pm 1$  °C durante 48 dias, foi observado que nos primeiros 21 dias de armazenamento a perda de umidade foi mínima, enquanto nos 42 dias de armazenamento a perda foi de 63%, afetando a qualidade organoléptica do fruto (MARTINEZ *et al.*, 1997).

A deterioração fisiológica observada em frutos de pinheira, causada pelo excessivo amadurecimento do fruto, exhibe rápido amolecimento da polpa e escurecimento da casca, tornando-os vulneráveis ao desenvolvimento de patógenos, responsáveis pelas podridões.

A textura está entre os atributos de qualidade de maior importância comercial em frutos de pinheira, podendo ser avaliada por métodos subjetivos, através da compressão do produto com o polegar ou com o auxílio de instrumentos (penetrômetro e texturômetro).

Frutos tropicais, principalmente os de anonáceas, por possuírem características particulares como rápido amadurecimento, escurecimento da casca e amolecimento da polpa apresentam dificuldades de determinação da textura por métodos instrumentais. Além disso, as medidas localizadas, como a penetração, podem apresentar grande variabilidade devido à orientação dos segmentos do fruto e à presença de sementes próximas à superfície (PELEG, 1979). Contudo, essa variabilidade para firmeza não foi constatada neste trabalho.

Segundo Martinez *et al.* (1993), por se tratar de um fruto climatérico, as mudanças que causam a perda de firmeza e o escurecimento do fruto devem-se à rápida elevação da taxa de biossíntese de etileno no início do processo de amadurecimento. O aumento nas taxas da atividade respiratória nas anonáceas, induzida pela própria colheita (BRUINSMA E PAULL, 1984), é seguido de uma rápida modificação na composição química, tornando o sabor e o aroma muito agradáveis. Porém, em contrapartida, há um decréscimo muito rápido da firmeza da polpa (ALVES *et al.*, 1997).

As análises dos frutos demonstraram um maior teor de silício na casca, 0,36%, conforme tabela 8, levantando indícios de que o teor encontrado conferiria maior rigidez aos tecidos, redução na taxa de transpiração e conseqüente aumento na conservação pós-colheita; todavia, não foi observada diferença na perda de massa e na firmeza dos frutos avaliados. Conforme Epstein (1999), a deposição de Si junto à cutícula das folhas confere proteção às plantas e ameniza os efeitos de estresses de natureza biótica e abiótica.

Órgãos vegetais nos quais a água é perdida em grande quantidade há maior deposição de Si, pois este é encontrado na parede das células atuando como regulador da transpiração e conferindo resistência mecânica, tornando a planta mais resistente à ação de fungos e insetos (DAYANANDAM *et al.*, 1983).

Em relação às partes componentes dos frutos maduros, não foi constatada diferença significativa entre os tratamentos ( $P > 0,05$  pelo teste F). A média geral dos tratamentos está disposta na Tabela 12. Na composição dos frutos, a polpa apresentou o maior percentual seguido da casca e sementes. Esse fato confirma as características citadas por Maia *et al.* (1986) e discorda dos resultados obtidos por Kavati (1997) que encontrou a casca como principal constituinte.

**TABELA 12.** Média geral em porcentagem das características físicas dos frutos maduros de pinheiras, submetidas à aplicações de doses de silício, Campus da UNIMONTES, Janaúba, MG, fevereiro de 2010.

<b>Doses</b>	<b>Casca</b>	<b>Engaço</b>	<b>Polpa</b>	<b>Sementes</b>	<b>Nº Sementes</b>
	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	<b>(%)</b>	
Média					
Geral	34,24	7,48	45,04	13,24	60,29
CV(%)	5.64	8,89	4.83	7.00	8.65

Souza (2006), analisando atributos de qualidade em relação ao número de frutos por planta, verificou que não influíram nestas características, tanto para frutos no ponto de colheita quanto maduros, obtendo-se, respectivamente, os seguintes percentuais: casca, 44,27 e 42,92%; polpa, 45,70 e 48,12%; semente, 7,15 e 7,58%; e engaço, 2,89 e 1,38%. Para casca são encontrados em vários trabalhos com variação percentual de 38,18 a 52,95% (DIAS, 2003; HOLSCHUH *et al.*, 1988; MAIA *et al.*, 1986; SILVA *et al.*, 2002). Os resultados encontrados neste trabalho para esta característica estão dentro dos valores que são mencionados por esses autores.

Em análise sobre a porcentagem de polpa, os valores médios obtidos (TABELA 12) encontram-se dentro dos limites relatados por Silva *et al.* (2002) os quais registraram variação percentual de 45,0 a 53,5%. Outros valores entre 27,8 e 54,19% para polpa foram relatados por Dias (2003), Holschuh *et al.* (1988), Maia *et al.* (1986), Dias *et al.* (2003), Dantas *et al.* (1991) e Souza (2006).

A porção percentual da massa das sementes encontradas foi de 13,24% (TABELA 12). Souza (2006) encontrou os percentuais de 7,89% de sementes para os frutos no ponto de colheita e de 8,19% para os maduros. Holschuh *et al.* (1988) constataram 5,66%, resultado inferior ao obtido no presente trabalho e aos percentuais encontrados por Dias (2003) e Dias *et al.* (2003), que foram de 13,09 e 9,5%, respectivamente.

O percentual médio da massa do engaço (talo central do fruto da pinha) obtido (TABELA 12) foi de 7,48%, superior ao verificado por Souza (2006) o qual encontrou 2,89% e inferior ao relatado por Holschuh *et al.* (1988) que foi de 13,50%.

O número médio de sementes (TABELA 12) foi semelhante ao encontrado por Dias *et al.* (2003) cuja média foi de 60 sementes por fruto. Foi superior ao valor reportado por Holschuc *et al.* (1988) que foram de 24,53 a 23,53% sementes. Em trabalhos de vários autores é constatada uma grande variação para número de sementes, 19 a 87 sementes por frutos (AHMED, 1936; DIAS, 2003; SOUZA, 2006).

Doses aplicadas de silicatos não tiveram efeito na absorção e translocação dos nutrientes nas plantas de pinheiras, não alteraram características vegetativas e reprodutivas como também não influenciaram o desenvolvimento dos frutos. As análises das variáveis apresentadas na Tabela 12 apenas confirmaram o mesmo efeito observado das demais características por estarem estritamente correlacionados com a nutrição, porte da planta, número de frutos por planta e das condições de manejo.

#### **4.6.2 Características Químicas dos Frutos**

Para as características químicas dos frutos, as análises realizadas não demonstraram diferenças significativas ( $P > 0,05$  teste F) entre os tratamentos (TABELA 13), indicando que as doses aplicadas de silício não alteraram os principais atributos indicadores de qualidade dos frutos da pinheira.

O pH médio da polpa foi de 5,33 (TABELA 13). Esses valores encontrados estão bem próximos aos relatados por Andrade *et al.* (2001), com média de 5,3.

**TABELA 13.** Média geral do potencial hidrogeniônico (pH), sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e Ratio (SS/AT) dos frutos maduros de pinheiras, submetidas a doses de silício, Campus da UNIMONTES, Janaúba, MG, fevereiro de 2010.

<b>Doses</b>	<b>pH</b>	<b>SS (°Brix)</b>	<b>AT</b>	<b>Ratio (SS/AT)</b>
Média				
Geral	5,33	29,95	0,21	142,12
CV(%)	1,40	2,42	4,41	4,60

Souza (2006), em estudo sobre a produção comercial de pinheira em relação ao número de frutos por planta, verificou a não influência nos teores de sólidos solúveis, obtendo uma média geral de 3,05 °Brix, para frutos colhidos no ponto de colheita e 18,78 °Brix para frutos maduros.

Em relação ao teor de sólidos solúveis, os valores para graus brix estão superiores aos descritos por Souza (2006); Silva *et al.* (2002); Dias (2003) e Rego *et al.* (1989) que relataram valores entre 21,28 e 27,33. Essas variações podem ser explicadas pelas diferentes épocas, locais de condução dos ensaios experimentais e pelo estágio de maturação em que foram realizadas as análises.

Os valores médios de acidez titulável (AT) estão de acordo aos relatados por Dias (2003) que encontrou uma acidez (ácido cítrico) de 0,20 a 0,24. Maia *et al.* (1986) e Souza (2006) encontraram acidez entre 0,16% e 0,21%. A acidez não é muito variável em relação ao estágio do fruto, desde que os mesmos estejam fisiologicamente maduros

Os valores médios de ratio de 142,12 dos tratamentos (TABELA 13) foram superiores aos valores verificados por Souza (2006), Sousa (2005), Dantas *et al.* (1991) os quais foram entre 86,95 e 106,75.

O conteúdo de sólidos solúveis é considerado muito elevado para anonáceas, quando comparado com a maioria das frutas; associado à baixa acidez titulável (ácido cítrico) indica uma elevada relação SS/AT, o que significa a forte predominância do sabor doce (CHITARRA e CHITARRA,

2005). Embora não tenham sido realizadas análises sensoriais, foi informado por consumidores dos frutos, um sabor bastante adocicado.

Em trabalhos citados por Gomes (1987) são relatados teores semelhantes de sólidos solúveis de 24,82%, e acidez ainda mais baixa de 0,12% e um ratio em torno de 206,8; valor superior a 45,15%, encontrado neste trabalho.

Figueiredo *et al.* (2010) concluíram que a aplicação foliar de silicato de potássio associado ou não com Si em fertirrigação altera os teores de ácido cítrico e pH de polpa e eleva os teores totais de açúcares e glicose em frutos de morangueiro. Os autores observaram que o efeito do Si contribuiria para o processo, melhorando a utilização de água, nutrientes e aumento da atividade fotossintética (REIS *et al.*, 2008), e o potássio, participação no metabolismo de açúcares (TAIZ e ZEIGER, 2004; MALAVOLTA, 2006). Esses resultados diferem dos encontrados para frutos de pinheiras que foram submetidas a aplicação de silicato de Ca e Mg aplicados via solo.

Os valores médios das propriedades físico-químicas dos frutos da goiabeira, obtidos 13 meses após a aplicação dos corretivos (calcário e escória de siderurgia), não apresentaram diferença quando observado o fator corretivo e sua interação com as doses. Entretanto, para o fator dose, houve significância para a acidez titulável, a relação SS/AT, o número de frutos, a produção e a produtividade (HOJO, 2010).

Segundo dados obtidos por Hojo (2010) da segunda safra em goiabeira, 24 meses após a aplicação dos corretivos, observa-se que para o fator corretivo, para doses e na interação do corretivo com a dose não houve diferença para firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, pH, relação SS/AT e peso do fruto.

#### **4.7 Incidência das pragas**

As pragas encontradas no período avaliado foram: broca-dos-frutos *Cerconota anonella* e Cochonilha spp, as quais atacaram os frutos. Um



ataque localizado por um período curto de ácaros em folhas de algumas plantas também foi notado, porém não foi feita análise devido aos poucos dados colhidos, não sendo possível a identificação da espécie que estava promovendo o ataque.

Não houve diferença significativa entre os tratamentos ( $P > 0,05$  pelo teste F) em relação à incidência de ataque de broca-dos-frutos e para cochonilhas em frutos de pinheira (TABELA 14).

**TABELA 14.** Média geral para índices de ataque de pragas em frutos de pinheiras submetidas à aplicação de doses de silício, Campus da UNIMONTES, Janaúba, MG, fevereiro de 2010.

<b>DOSES</b>	<b>Broca-dos-frutos (%)</b>	<b>Cochonilhas (%)</b>
<b>Média Geral</b>	10,26	10,56
<b>CV(%)</b>	81.24	68.38

Prejuízos causados pela broca-dos-frutos podem variar entre 60 e 100% da produção dependendo da espécie de anonáceas, pois quando destinadas a comercialização ‘*in natura*’, uma única lagarta pode causar perda de 100% (BRAGA SOBRINHO *et al.*, 1998; RUIZ, 1991; SILVA *et al.*, 2006). Oliveira *et al.* (2001) relatam que o pico populacional de insetos que se alimentam de frutos está correlacionado com o período de frutificação, que é fator fundamental para o desenvolvimento das larvas.

No cerrado brasileiro, os maiores danos da broca-dos-frutos da gravioleira ocorrem nos meses de janeiro a maio, com pico em março. Nos demais meses do ano, a incidência dos danos diminui em função do decréscimo da produção de frutos (OLIVEIRA *et al.*, 2001). Pode-se afirmar que a baixa incidência dessa praga neste trabalho, e no período estudado, não inviabilizou as avaliações, visto que as plantas continham frutos que é condição primordial para ataque de brocas-dos-frutos.

A aplicação da fonte de Si foi realizada imediatamente após a poda de produção. O desenvolvimento dos frutos de 0,5 até 3,0 cm de

comprimento (bola de gude), após a poda, leva em média 60 a 70 dias, e é nesse estágio que ocorre a maior infestação e penetração da broca-dos-frutos. Contudo, é observado um período curto para reação do silicato no solo e sua disponibilidade na solução para serem absorvidos e translocados para as folhas e casca dos frutos e que, em forma de sílica amorfa ou opala biogênica, passe a conferir maior rigidez estrutural dos tecidos, proteção contra estresses abióticos, como a redução da toxidez de alumínio, manganês, ferro e sódio, diminuição na incidência de patógenos e aumento na proteção contra herbívoros, incluindo os insetos fitófagos (EPSTEIN, 1994; MARSCHNER, 1995).

O tamanho do fruto para início do controle é um aspecto que merece ser ressaltado. Broglio- Micheletti (1999) utilizou comprimentos entre 1 a 3 cm e 6 a 10 cm e sugeriu, no entanto, que um tamanho intermediário seria razoável, pois ocorreram alguns inconvenientes, como excesso de abortamentos para frutos com 1 a 3 cm e infestação pré-controle para os comprimentos maiores.

Apesar de o silício ser muito abundante no solo, a maior parte dos silicatos e sílicas é insolúvel ou de solubilidade muito baixa e, portanto, em forma não disponível para as plantas. Assim, alguns solos, considerados deficientes em silício assimilável, e alguns cultivos de espécies acumuladoras desse elemento (arroz e cana-de-açúcar) estão sendo adubados com fertilizantes que liberam ácidos silícicos ao solo para melhorar a produção (HOJO, 2010). Segundo Lepsch (2003), há muitas controvérsias sobre métodos de analisar o solo para estimar os graus de “deficiência ao silício” bem como à maior ou menor capacidade dos compostos silicatados de fertilizantes para liberar ácido silícico à solução do solo.

A alta concentração de silicatos de cálcio e magnésio em escória de siderurgia sugere sua utilização como corretivos de acidez do solo, além do fornecimento desses nutrientes. Sua reatividade, assim como a do calcário, varia segundo a granulometria, dose, tipo de solo e tempo de contato da

escória com o solo (ALCARDE, 1992; AMARAL SOBRINHO *et al.*, 1994; PIAU, 1991).

Provavelmente o desenvolvimento dos frutos associado ao período de reação da fonte aplicada no solo foi um dos fatores que influenciaram os resultados demonstrados na Tabela 14, em relação à broca. Nota-se que foram poucos dias para a reação e liberação efetiva do Si disponível para o solo. Entretanto, o ataque de cochonilhas nos frutos ocorreu quando os frutos apresentavam estágio de desenvolvimento entre 80 e 90 dias após a poda de produção, período maior para a reatividade da fonte de silício no solo. Percebe-se também que essa incidência foi similar à da broca-dos-frutos.

O desconhecimento da fisiologia de anonáceas em relação ao silício, a escassez de pesquisas sobre o seu acúmulo nas raízes, caule, folhas e frutos ainda são fatores limitantes na adoção de tecnologia de manejo, de produção, de combate a pragas e doenças que justificam a sua aplicação. Contudo, já se sabe que os efeitos da dose de Si aplicada no solo para controle de pragas e doenças em plantas depende exclusivamente da reatividade da fonte, do teor de Si disponível no solo e da cultura considerada.

Doses entre 1,5 a 2,0 t. ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio foram adequadas para uma boa produção de arroz no Japão, Korea e Taiwan; porém solos corrigidos à dose de silicato não deve ser superior a 800 kg.ha<sup>-1</sup> (DE DATTA, 1981). De acordo com Korndörfer *et al.* (2003), os silicatos apresentam efeito corretivo muito semelhantes quando incorporados ao solo, sendo que o aumento da concentração de Si no solo depende da fonte utilizada. Silva (2002), estudando aplicação de Wollastonita em Latossolo Vermelho-Escuro Álico, constatou que os teores de silício extraídos em ácido acético 0,5 mol L<sup>-1</sup>, após 56 dias de incubação, aumentaram de 13,4 mg.dm<sup>-3</sup> no tratamento-testemunha para 39,3 mg.dm<sup>-3</sup> na dose de 800 kg.ha<sup>-1</sup>, demonstrando a alta capacidade dessa fonte em liberar Si para o solo.

Os resultados encontrados no presente trabalho diferem de vários outros que registraram resposta positiva sobre aplicação de Si para o controle de pragas e doenças.

Gomes *et al.* (2008) constataram que plantas de batata-inglesa adubadas com silício tiveram número de lesões foliares ocasionadas por *Diabrotica speciosa* duas vezes menores que na testemunha. Plantas que não receberam silício (testemunha) também apresentaram maior número de folíolos minados por *Liriomyza* spp. A utilização do silício, independentemente da forma de aplicação e da fonte, aumentou a resistência das plantas de batata-inglesa à *D. speciosa* e a *Liriomyza* spp (GOMES *et al.*, 2008).

Goussain *et al.* (2002) verificaram que a aplicação foliar de silicato de sódio em plantas de milho aumentou a mortalidade e o canibalismo de lagartas *Spodoptera frugiperda*. Tal fato se deve ao aumento da deposição de silício na parede celular das folhas, que forma, possivelmente, uma barreira mecânica capaz de aumentar a dureza dos tecidos foliares, desgastar acentadamente as mandíbulas das lagartas e, portanto, dificultar sua alimentação.

O acúmulo de Si e polimerização na parede celular aumentam a rigidez dos tecidos foliares e dificulta a alimentação, e/ou a indução de moléculas defensivas como taninos e lignina, dentre outras substâncias de defesa.

A fertilização com silício pode, também, aumentar a resistência a várias doenças fúngicas e a algumas pragas (ADATIA e BESFORD, 1986; TAKAHASHI, 1995; SAVANT *et al.*, 1997). No caso das doenças, inúmeros trabalhos mostram que o aumento da resistência da planta ao patógeno pode ser devido a uma alteração das respostas da planta ao ataque do parasita, aumentando a síntese de toxinas (fitoalexinas), que podem agir como substâncias inibidoras ou repelentes e a formação de barreiras mecânicas (MARSCHNER, 1995).

Hattori *et al.* (2003) estudaram as mudanças induzidas pelo silício nas propriedades mecânicas das paredes de células radiculares de sorgo. A deposição do silício no tecido endodérmico pode estar relacionada à proteção do cilindro vascular contra invasões de parasitas e recrudescimento

das células em condições hídricas desfavoráveis. Nas zonas apicais e subapicais, o silício aumentou a capacidade de extensão da parede celular, facilitando o crescimento; ao passo que na zona basal o silício diminuiu a extensibilidade da parede celular, evidenciando a proteção mecânica pelo enrijecimento das paredes celulares da endoderme e do cilindro vascular.

Os resultados obtidos por Carvalho *et al.* (1999) com dois genótipos de sorgo (TX2567 e BR303 – respectivamente, resistente e suscetível ao pulgão-verde), na ausência e presença de Si, indicaram que as plantas que receberam a aplicação de 4 mL de solução de silicato de Na foram menos preferidas pelos pulgões e apresentaram cerca de 50% a mais de Si na parte aérea. Além disso, verificou-se efeito adverso do Si sobre a reprodução e o desenvolvimento do pulgão.

A incidência da broca-do-colmo da cana-de-açúcar (*Eldana saccharina* e *Diatraea saccharalis*) pode ser diminuída com o emprego do Si na adubação (ELAWAD *et al.*, 1985; MEYER e KEEPING, 2001).

Alteração da nutrição da planta promovida pela suplementação silicatada e a observação de aumento na atividade de enzimas e presença de fitoalexinas levantaram também a hipótese de seu envolvimento na indução das reações de defesa da planta (BÉLANGER *et al.* 2003; RODRIGUES *et al.*, 2004).

Para que ocorra efeito significativo da aplicação de Si, para controle de pragas e doenças, vários fatores devem estar associados, como a quantidade e capacidade de liberação de Si pelas fontes aplicadas em determinado período; fisiologia das plantas em absorver, translocar e acumular esse elemento nas partes aéreas; fatores edafoclimáticos, propriedades dos solos; manejo nutricional das plantas e conhecimento e comportamento das pragas na cultura, não tendo sido observados efeitos das doses de Si no controle de broca-dos-frutos e das cochonilhas.

#### **4.7.1 Desgaste visual da região incisora nas mandíbulas de broca-dos-frutos (*Cerconota anonnella*)**

Comparando as fotografias entre os tratamentos, não é notado o desgaste da região incisora nas mandíbulas das lagartas de broca-dos-frutos (FIGURAS 2A, 2B, 2C, 2D, 2E).

Possivelmente os teores acumulados de Si nos frutos não foram suficientes para promover os desgastes das incisoras do aparelho bucal das brocas-dos-frutos avaliadas. Vale ressaltar que a penetração das brocas se faz quando os frutos ainda estão em tamanhos reduzidos (0,5cm); talvez neste período de penetração nos frutos, as plantas de pinheiras não conseguiram acumular eficientemente o Si nos seus tecidos. Após a penetração, as lagartas ficam internamente nos frutos, alimentando-se da polpa até à fase pupa, mas o teor de Si em polpa deve ser insuficiente para provocar os desgastes em sua região incisora.

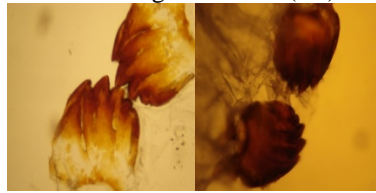
Segundo Goussain (2002) o aumento no teor de silício nas folhas pode dificultar a alimentação das lagartas, causando aumento de mortalidade e canibalismo e, portanto, tornando as plantas de milho mais resistentes à lagarta-do-cartucho. .

A aplicação de silício proporciona o maior transporte desse elemento para a parte aérea da planta, sendo depositado nas células epidérmicas como sílica amorfa ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ), tornando os tecidos foliares mais rígidos, o que pode ter dificultado a alimentação de insetos (JONES e HANDRECK 1967, RAVEN, 1983). Djamin e Pathak (1967) citam que o desgaste excessivo que ocorreu na região incisora da mandíbula da broca-do-colmo *Chilo suppressalis* é devido à presença de teor Si em folhas de arroz, que contribuiu para redução na taxa de alimentação e na sua sobrevivência.

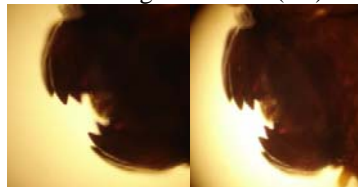
Testemunha (2A) - 0,0g de silicato



T2 - 400g de silicato (2B)



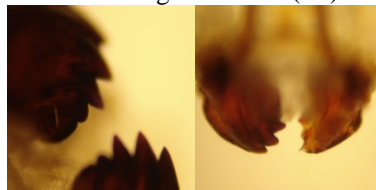
T3 - 800g de silicato (2C)



T4 - 1600g de silicato (2D)



T5 - 3200g de silicato (2E)



Figuras 2A, 2B, 2C, 2D e 2E. Fotografias das mandíbulas de *Cerconota anonella* obtidas através de microscópio óptico nos aumentos de 40 e 100 vezes. Fonte: Joseilton, 2010.

## 5 CONCLUSÕES

As doses de 0, 40, 80, 160, 320 kg.ha<sup>-1</sup> de silício aplicadas via solo em plantas de pinheira com sete anos de idade no período de seis meses:

1. Não influenciam no teor foliar de macro e micronutrientes, nas características vegetativas nem na produtividade.
2. Não têm efeito nas características físico-químicas dos frutos.
3. Não afetam a incidência de broca-dos-frutos e cochonilha.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADATIA, M. H.; BESFORD, R. T. The effects of silicon on cucumber plants grown in recirculating nutrient solution. **Annals Botany**, v. 58, p.343-351, 1986.

AHMED, M. S. **Pollination and Selection in *Anona squamosa* and *Anona cherimolia***. Egypt: Ministry of Agriculture Egypt, 1936. 29 p.

ALCARDE, J. C. **Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas**. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos. 1992. p. 1-26. (Boletim Técnico, 6).

ALMEIDA, J. R. de; VALSECHI, O. **Guia de Composição de Frutas**. São Paulo: Esalq-USP, 1966. p. 80.

ALVES, R. E. *et al.* Colheita e pós-colheita de Anonáceas. In: SÃO JOSÉ, A.R. *et al.* **Anonáceas - Produção e mercado (Pinha, graviola, atemóia e cherimólia)**. Vitória da Conquista: DFZ/UESB, 1997. p. 240-256.

AMARAL, A. S. *et al.* Liberação de Zn, Fe, Mn e Cd de quatro corretivos da acidez e absorção por alfaca em dois solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 1351-1358, 1994.

ANDRADE, E. H. A. *et al.* Chemical Characterization of the Fruit of *Annona squamosa* L. Occurring in the Amazon. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 14, p. 227-232, 2001.

ARAÚJO FILHO, G. C. de *et al.* **Instruções técnicas para o cultivo de ateira** Embrapa Agroindústria Tropical. Fortaleza, CE: Embrapa Agroindústria Tropical. n. 01, 1998. 9 p. ( Instruções Técnicas)

ARAÚJO, J. F.; ALVES, A. A. C. **Instruções Técnicas para o Cultivo da Pinha (*Annona squamosa* L.)**. Salvador: EBDA, 1999. 44 p. (EBDA. Circular Técnica, n. 7)

ARAÚJO, J. F. **Adubação organomineral e biofertilização líquida na produção de frutos de pinha (*Annona squamosa* L.) no Submédio São Francisco**. 2007. 115 p. Tese (Doutorado em Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônomicas, Universidade Estadual Paulista, , Botucatu, 2007.

ARAÚJO, L. S.; KORNDÖRFER, G.H. Papel do silício na produção, qualidade e controle de cigarrinha (*Deois flavopicta* ) da *Brachiaria decumbens*, cultivada em solos degradados do triângulo mineiro. **Horizonte Científico**, Uberlândia MG, v. 2, n. 1, 28 p. 2008.

BARBER, D. A.; SHONE M. G. T. The absorption of silica from aqueous solutions by plants. **Journal of Experimental Botany**, v. 17, p. 569-578, 1966.

BÉLANGER, R. R.; BENHAMOU, N.; MENZIES, J. G. Cytological evidence of an active role of silicon in wheat resistance to powdery mildew (*Blumeria graminis* f.sp. *tritici*). **Phytopathology**, v. 93, p. 402-412, 2003.

BLAICH, R.; GRUNDHÖFER, H.. The influence of silica fertilization on the resistance of grapevines to powdery mildew. **Vitis**, v. 37, p. 21-26, 1998

BONAVENTURE, L. **A cultura da cherimóia e de seu híbrido, a atemoia**. São Paulo: Nobel, 1999. 182 p.

BRAGA SOBRINHO, R. *et al.* Pragas da Gravioleira. In: \_\_\_\_\_ *et al.* **Pragas de Fruteiras Tropicais de Importância Agroindustrial**. Brasília: Embrapa-SPI; Fortaleza: Embrapa-CNPAT, 1998. p. 131-141.

BRAGA SOBRINHO, R. **Potencial de exploração de anonáceas no Nordeste do Brasil**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria tropical . 2010. 27 p. Disponível em: <[http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo\\_3425.pdf](http://www.ceinfo.cnpat.embrapa.br/arquivos/artigo_3425.pdf)>. Acessado em: 20 mar. 2011.

BRASIL. Decreto-nº 4954, de 14 de janeiro de 2004. Aprova o regulamento da lei nº 6894 de 16 de janeiro de 1980, que dispõe sobre a inspeção e fiscalização da produção e do comércio de fertilizantes, corretivos, inoculantes ou biofertilizantes destinados à agricultura, e dá outras providências. **Lex:** - Legislação Federal, Marginália, Brasília, DF, 15 jan. 2004. Seção 1, p. 2

BROGLIO-MICHELETTI, S. M. F. *et al.* Controle de *Cerconota anonella* (Sepp.) (Lep.: Oecophoridae) e de *Bephratelloides pomorum* (Fab.) (Hym.: Eurytomidae) em frutos de graviola (*Annona muricata* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n.3, p. 722-725, 2001.

BRUINSMA, J; PAULL, R. E. Respiration during postharvest development of soursop fruit, *Annona muricata* L. **Plant Physiology**, v.76, P.131-138, 1984.

BRUNER, S.C. e ACUÑA, S. **Sobre la biología de *Bephrata cubensis* Ashm., el insecto perforador de las frutas anonáceas.** La Habana: Academia de Ciências de Cuba/ Instituto de Agronomía, 1967. 13 p. (Academia de Ciências de Cuba. Agrícola, 1).

Cardoso, J. E. *et al.* Influência da poda e da lâmina de água de irrigação na produção e na incidência da podridão-seca em ateira. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 17p. ( Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 15). ISSN 1679-6543

CARNEIRO, J. S.; BEZERRIL, E. F. Controle das brocas dos frutos(*Cerconota anonella*) e das sementes(*Bephratelloides* spp) da graviola no Planalto de Ibiapaba, CE. **Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 22, n. 1, p. 155-160, 1993.

CARVALHO, P. S. de. *et al.* Avaliação de genótipos da pinheira (*Annona squamosa* L.) no Vale do Rio Moxotó III: características de crescimento e produção - 1992 a 1997. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 1, p. 27-30, abr. 2000.

CARVALHO, S. P.; MORAES J. C.; CARVALHO, J. G. Efeito do silício na resistência do sorgo (*Sorghum bicolor*) ao pulgão-verde *Schizaphis*

*graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina, v. 28, p. 505-510. 1999

CARVALHO-PUPATTO, J. G.; BULL, L. T.; CRUSCIOL, C. A. C. Atributos químicos do solo, crescimento radicular e produtividade do arroz de acordo com a aplicação de escórias. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 12, p. 1213-1218, 2004.

CEASA-MG. **Acompanhamento da oferta e preço médio de produtos**. Disponível em: <<http://www.ceasaminas.com.br>>. Acessado em: 10 maio. 2011.

COSTA, S. L. da. *et al.* Produtividade da cultura da pinha (*Annona squamosa* L.) em função de níveis de adubação nitrogenada e formas de aplicação de boro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n. 2, p.543-546, ago. 2002

COUCEIRO, E. M. Pinha/fruta do conde ou ata, sua cultura e origem. **CEASA/PE**, v. 1, n. 8, p. 3-7, 1983.

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

DANTAS, A. P. *et al.* Características físico-químicas de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.) oriundos de Pernambuco e Alagoas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 13, n. 1, p. 111-116, out. 1991.

DAYANANDAM, P., KAUFMAN, P. B., FRAKIN, C. I. Detection of silica in plants. **American Journal of Botany**. v. 70, p. 1079-1084, 1983.

DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. **Silicon in Agriculture**. Amsterdam: Elsevier Science, 2001. 424 p. (Studies in Plant Science, v. 8).

DE DATTA, S.K. **Principles and practices of rice production**. New York: John Willey and Sons Inc, 1981. 618 p.

DIAS, N. O. *et al.* Influência da poda de produção em ramos de diferentes diâmetros no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da pinheira (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 100-103, abril, 2003.

DIAS, N. O. **Crescimento vegetativo, florescimento e frutificação da pinheira (*Annona squamosa* L.) em função de comprimento de ramos podados**. 2003. 65 p. Tese (Mestrado em Fruticultura) Escola de Agronomia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista. 2003.

DJAMIN, A.; PATHAK. M. D. Role of silica in resistance to asiatic rice borer, *Chilo suppressalis* (Walker), in rice varieties. **Journal of Economic Entomology**, v. 60, p. 347-351, 1967.

DONADIO, L. C.; NACHTIGAL, J. C.; SACRAMENTO, C. K. do. **Frutas exóticas**. Jaboticabal: FUNEP, 1998. 279 p.

DONADIO, L. C. Frutas Tropicais Exóticas. In: MARTINS, A. B. G.; VALENTE, J. P. **Fruticultura Tropical**. Jaboticabal: FUNEP, 1997. p. 191-201.

ELAWAD, S. H.; GREEN JR, V. E. Silicon and the rice plant environmental: a review of recent research. **Revista IL Riso**, v. 28, n. 2, p. 235-253, 1979.

EMBRAPA. **Especial 30 Anos - A Expansão da Fruticultura no Nordeste do Brasil**. Disponível em: <<http://www.embrapa.br/imprensa/noticias/2003/abril/bn.2004-11-25.0605617831/>>. Acessado em 14 fev.2011.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings of National Academy of Sciences of the United States of America**, Washington, v. 91, n. 1, p. 11-17, jan. 1994.

EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 50, p. 641-664, 1999.

EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Mineral Nutrition of Plants: Principles and Perspectives**. 2. Ed., Sinauer Associates, Inc., 2005. 400 p.

FARIA, R. J. **Efeito da acumulação de silício e a tolerância das plantas de arroz do sequeiro ao déficit hídrico do solo**. 2000. 125 p. Dissertação (Mestrado em Solos) – Departamento de Solos, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

FERNANDES, A. L. T. *et al.* Utilização do Silício no Controle de Pragas e Doenças do Cafeeiro Irrigado. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 6, p. 11-52, 2009.

FERREIRA, D. A. A. *et al.* **Eficiência do silício no controle de cercosporiose e atributos químicos do solo da lavoura cafeeira**. Uberaba. Agronelli, v.1. 2007. 1CD-Rom,

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) par Windows 4. 0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.

FIGUEIREDO, F. C. *et al.* Pulverização Foliar Fertirrigação Com Silício Nos Atributos Físico Químicos De Qualidade E Índices De Coloração Do Morango. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1306-1311, set./out., 2008.

FONSECA, I. M. *et al.* Disponibilidade de Silício e Micronutrientes no solo após Aplicação de Calcário e Escória de Siderurgia. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 28, 2008 Jaboticabal . **Anais...** Jaboticabal: UNESP, 2008. p 4.

GALLO, D. *et al.* **Entomologia Agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 p.

GAZEL FILHO, A. B.; SILVA, R. A.; LIMA, J. A. de S. **Pragas da gravioleira (*Annona muricata L.*) no Amapá**. Macapá: Embrapa Amapá, 2002. 8 p. (Comunicado Técnico, 75)

GOMES, F. B.; MORAES, J. C.; ANTUNES, C. S. Uso do silício como indutor de resistência em batata a *Myzus persicae* (Sulzer) (Hemiptera: Aphididae). **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 2, p. 185-190. 2008.

GOMES, P. **Fruticultura Brasileira**. 11 ed. São Paulo: Nobel, 1987. 446 p

GONÇALO S. G.; GODOY L. J. G.; Levantamento do Teor de Silício no Solo e nas Folhas de Bananeira no vale do Ribeira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1306-1311, set./out., 2010.

GONTIJO, I. **Características físicas e químicas de diferentes classes de solos relacionadas com a disponibilidade do silício para as plantas**. 2000. 44 p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2000.

GONZALEZ, C.; ESTEBAN, E. Nutricion del chirimoya: ciclo anual. **Anales de Edafología e Agrobiología**, Madrid, v. 33, p. 371-380, 1974.

GOUSSAIN, M. M. *et al.* Efeito da Aplicação de Silício em Plantas de Milho no Desenvolvimento Biológico da Lagarta-do-Cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). **Neotropical Entomology**, v. 31, n. 2, p. 305-310, 2002.

GUÉVEL, M. H.; MENZIES, J. G.; BÉLANGER R. R. Effect of root and foliar applications of soluble silicon on powdery mildew control and growth of wheat plants. **European Journal of Plant Pathology**, v. 118, p. 115-123, 2007.

HATTORI, T. *et al.* Silicon-induced changes in viscoelastic properties of sorghum root cell walls. **Plant and Cell Physiology**, v. 44, n. 7, p. 743-749, 2003.

HOJO, R. H., **Utilização de escória de siderurgia na culturada goiabeira.** 2010. 76 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Unesp, Jaboticabal, 2010.

IBRAF. Instituto Brasileiro de Frutas. **Frutas Frescas.** Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/estatisticas>. 2009>. Acessado em: 14 fev. 2011.

HOLSCHUH, H. J. *et al.* Caracterização física de frutos de pinha oriundos do trópico semi-árido da Paraíba. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., 1987, Campinas, SP. **Anais...** Campinas: SBF, 1988. v. 2, p. 669-673.

IBRAF. **Exportação de frutas brasileiras.** Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/estatisticas>> Acesso em 20/02/2011.

ICUMA, I. M. Praga das anonáceas. In: MANICA, I *et al.* ed. **Frutas Anonáceas:** ata ou pinha, atemólia, cherimólia e graviola. Tecnologia de produção, pós-colheita e mercado. Porto Alegre: Ed. Cinco Continentes, 2003. P. 441-458.

JARVIS, S. C. The uptake and transport of silicon by perennial ryegrass and wheat. **Plant soil**, Dordrecht, v. 97, n. 2/3, p. 429-437, 1987.

JONES, L. H. P.; HANDREK, K. A. Silica in soil, plants and animals. **Advances in Agronomy**, San Diego, v. 19, p. 107-147, 1967.

JUNQUEIRA, N. T. V. **Graviola para exportação:** aspectos fitossanitários. Ministério da Agricultura e do Abastecimento, Secretaria de Desenvolvimento Rural, Programa de Apoio à Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1996. 67 p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 22).

KAVATI, R. O cultivo da atemólia. In: DONADIO, L. C.; MARTINS, D. B. G.; VALERTO, J. P. **Fruticultura tropical.** Jaboticabal: FUNEP, 1992. p. 39-70.



KAVATI, R. Melhoramento em fruta-do-conde. In: SÃO JOSÉ, A. R. *et al.* **Anonáceas: produção e mercado.** Vitória da Conquista: UESB/DFZ, 1997. p. 47-49.

KAVATI, R.; PIZA Jr., C. de T. Formação e manejo do pomar de fruta-do-conde, atemoia e cherimoia. In: SÃO JOSÉ, A. R. *et al.* **Anonáceas: produção e mercado.** Vitória da Conquista: UESB/DFZ, 1997, p.75-83.

KILL L. H. P., COSTA J. G. Biologia floral e sistema de reprodução de *Annona squamosa* L. (Annonaceae) na região de Petrolina-PE. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, p. 851-856, 2003.

KORNDÖRFER, G. H. **Silício em Cana-de-Açúcar.** Uberlândia-MG: Universidade Federal de Uberlândia, 2008. Cap. 16.

KORNDÖRFER, G. H.; COELHO, N. M.; SNYDER, G. H.; MIZUTANI, C. T. Avaliação de métodos de extração de Si para solos cultivados com arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 23, n.1, p.101-106, 1999.

KORNDÖRFER, G. H.; NOLLA, A.; OLIVEIRA, L. A. **Silício no solo e na planta.** Grupo de pesquisa “Silício na Agricultura”. Uberlândia-MG: Universidade Federal de Uberlândia, 2005. (Boletim técnico nº 03)

KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura.** Uberlândia: GPSi-ICIAG-UFU, 2003. 23 p. (Boletim Técnico).

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura.** Uberlândia: UFU/ICIAG, 2002. 23 p. (Boletim técnico, 01)

LANA, R. M. Q. *et al.* Efeito do silicato de cálcio sobre a produtividade e acumulação de silício no tomateiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 19, n. 2, p. 15-20, 2003.

LAPRODE, C. S. Variacion Estacional de Nutrimientos foliares en guanábana (*Annona muricata* L.) CORBANA, **Corporación Bananera Nacional**, v. 15, n. 35, p. 6-10. 1991.

LEÓN, J. **Botánica de los cultivos tropicales**. San José: IICA, 1987. p. 425-431.

LEMONS, E. E. P. *et al.* Germinação de sementes de pinha submetidas a tratamentos para quebra de dormência. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9, 1987; **Anais..** Campinas: SBF, v. 2, 1988, p. 675-678

LEPSCH, I. F. Fatos e controvérsias acerca do silício como elemento não-essencial, mas benéfico às plantas. In: SIMPÓSIO SOBRE SILÍCIO NA AGRICULTURA, 2; 2003, Lavras, MG. **Resumo ...** Lavras, 2003. CDROM.

LIMA FILHO, O. F. de; TSAI, S. M. **Crescimento e produção do trigo e da aveia branca suplementados com silício**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2007. 34 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Agropecuária Oeste, n. 41).

MA, J. F., MYAKEY, Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plants. In: DATNOFF, L. E., SNYDER, G. H., KORNDÖRFER, G. H. **Silicon in Agriculture**. Amsterdam: Elsevier, 2001. Cap. 2, p. 17-39.

MAIA, G. A. *et al.* Características físicas e químicas da ata. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 10, p. 1073 – 1076, 1986.

MALAVOLTA, E. **Manual de Nutrição Mineral de Plantas**. 1 ed. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638 p.

MANICA, I. *et al.* **Frutas Anonáceas: Ata ou Pinha, Atemólia, Cherimólia e Graviola**. Tecnologia de Produção, Pós-Colheita, Mercado .Porto Alegre: Ed. Cinco Continentes, 2003. 596 p.

MANICA, I. Taxonomia ou sistemática, morfologia e anatomia. In: MANICA, I. **Fruticultura** – cultivo das anonáceas: ata – cherimólia – graviola. Porto Alegre: Ed. EVANGRAFI, 1994. P 3-6.

MANICA, I. Taxonomia, morfologia e anatomia. In: SÃO JOSÉ, A. R. *et al.* **Anonáceas: produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB/DFZ, 1997. p. 20-35.

MARTINEZ, G. *et al.* Ethylene biosynthesis and physico-chemical changes during fruit ripening of cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) fruit. **Journal of Horticultural Science**, v. 68, n. 4, p. 477-483, 1993.

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

MEYER, J. H.; KEEPING, M. G. Past, present and future research of the role the silicon for sugarcane in southern Africa. In: DATNOFF, L. E., KORNDÖRFER, G. H., SNYDER, G. (ED.). **Silicon in agriculture**. New York: Elsevier science. 2001, p. 257-275.

MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Effect of silicon on the growth of solution cultured cucumber plant. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 29, p. 71-83, 1983.

MORALES, C. F.; MANICA, I. Moléstias e pragas. In: MANICA, I. ed.. **Fruticultura: Cultivo das Anonáceas (Ata, Cherimólia, Graviola)**. Porto Alegre: EVANGRAF, 1994. p. 78-91.

MOURA, J. I. L.; LEITE, J. B. V. Manejo integrado das pragas da gravioleira. In: SAO JOSE, A. R. *et al.* (ED.) **Anonáceas: produção e mercado (pinha, graviola, atemóia e cherimólia)**. Vitória da Conquista, BA: UESB, 1997. p. 214-221.

MOURA, J. V. de. **A cultura da graviola em áreas irrigadas – uma nova opção**. Fortaleza: DNOCS, 1988, 42 p.

NAKANO, O. *et al.* **Entomologia agrícola**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 920 P.

NASCIMENTO, V. M. do. *et al.* Avaliação do estado nutricional de 10 pomares de pinha na região de Jales, SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2002. CD ROM.

NELSON, C. J.; MOSER, L. E. Plants factory for quality. **Forage quality**, evolution and utilization. Madison: ASA, CSA, SSSA, cap.3, p.115-154, 1994.

NERI, D. K. P. **Efeito do silício na resistência de plantas de milho a *Rhopalosiphum maidis* (Fich.) (Hemiptera: Aphididae) e sua interação com inseticida no controle de *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae)**. 2006. 68 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Entomologia) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

NIETSCHE, S. *et al.* Diferentes horários de polinização artificial no pegamento e qualidade de frutos de pinheira (*Annona squamosa* L.) no norte de Minas Gerais. **Unimontes Científica**, Montes Claros, v. 5, n. 1-Jan./junh., p. 1-9, 2003.

OLIVEIRA, M. A. S. *et al.* Insetos-praga e seu controle. In: OLIVEIRA, M. A. S. (ed.) **Graviola**. Produção: Aspectos técnicos. Embrapa Cerrados (Planaltina, DF). Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2001. 78 p. (Frutas do Brasil, 15).

OLIVEIRA, N. A. M. de. **Resposta da Cultura da Pinha (*Annona squamosa* L.) a níveis de adubação N, P, K com e sem adubação orgânica**. 2000. 54 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira/UNESP, Ilha Solteira, 2000.

OPFERGELT, S. *et al.* Silicon isotope fractionation between plant parts in banana I situ vs. in vitro. **Journal of Geochemical Exploraton**, v. 88, p. 224- 227, 2006.

PELEG, M. Evaluation of textural properties of some tropical fruits by instrumental methods - A Review. **Journal of Texture Studies**, v. 10, p. 45-65, 1979

PEREIRA, M. C. T. *et al.* Efeito de horários de polinização artificial no pegamento e qualidade de frutos de pinha ( *Annona squamosa* L. ). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, 2003.

PEREIRA H. S., VITTI G. C.;KORNDORFER G. H.. Comportamento de Diferentes Fontes de Silício no Solo e na Cultura do Tomateiro. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 1, 2003.

PIAU, W. C. **Viabilidade do uso de escórias como corretivo e fertilizantes**. 1991. 99 f. Dissertação (Mestrado). Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1991.

PINTO SILVA, A. C. Q. **Graviola para exportação: aspectos técnicos da produção; Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, Secretaria de Desenvolvimento Rural, Programa de Apoio á Produção e Exportação de Frutas, Hortaliças, Flores e Plantas Ornamentais**. – Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 41 p. – (Série publicações técnicas FRUPEX, 7 ).

PLUNCKNETT, D.L. The use soluble silicate in Hawaiian agriculture. **University of Queensland Papers**, v.1, n.6, p.203-233, 1972.

PRADO, R. M.; NATALE, W. Efeito da aplicação de silicato de cálcio no crescimento, no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 9, n. 2, p. 185-190, 2005.

QUEIROZ, A. A. **Reação de fontes de silício em quatro solos de cerrado**. 2003. 40 p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia. 2003.

QIN, G. Z.; TIAN, S. P. Enhancement of biocontrol activity of *Cryptococcus laurentii* by silicon and the possible mechanisms involved. **Phytopathology**, v. 95, p. 69-75, 2005.

RAIJ, B. van. Fertilidade do solo e adubação. Piracicaba: **Ceres**, POTAFÓS, 1991. 343 p.

RAVEN, J. A. The transport and function of silicon in plants. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, v. 58, p. 179- 207, 1983.

REGO, F. A. O. *et al.* Caracterização física e química de diferentes frutos da família Annonaceae. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 1989, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1989, p. 493-497.

REIS, T. H. P. *et al.* Efeito da associação silício líquido solúvel com fungicida no controle fitossanitário do cafeeiro. **Coffee Science**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 76-80, jan./jun. 2008.

RIBEIRO, G. S. **Aspectos da biologia floral relacionados à produção de sementes e frutos de pinha (*Annona squamosa* L.)** 2006.72 p Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - UESB - Campus de Vitória da Conquista – BA, 2006.

RODRIGUES, F. Á. *et al.* Silicon Enhances the Accumulation of Diterpenoid Phytoalexins in Rice: A Potential Mechanism for Blast Resistance. **Phytopathology**, v. 94, n. 2, p. 177-183, 2004.

RUIZ, R. V. Manejo de problemas entomologicos en huertos de Guanabana. In: PEÑA, J. E.; SHARP, J. L.; WYSOKI, M. **Plagas de frutales en Colombia y alternativas de manejo**: Casos: Guanabana, Curuba, Citrico. Palmira: Universidad Nacional de Colombia, 1991. p. 59-92.

SALIM, M.; SAXENA R. C., Iron, silica and aluminum stresses and varietal resistance in rice: effects on whitebacked planthopper. **Crop Science**, v. 32, p. 212-219, 1992.

SÃO JOSÉ, A. R. *et al.* **Anonáceas**: produção e mercado - pinha, graviola, atemóia e cherimóia. Vitória da Conquista: UESB, 1997. 310 p.

SAVANT, N. K.; SNYDER, G.H.; DATNOFF, L.E. Silicon management and sustainable Rice production. **Advances in Agronomy**, San Diego, CA, v. 58, p.151-199, 1997.

SAWANT, A. S.; PATIL, V. H.; SAVANT, N. K. Rice hull ash applied to seedbed reduces dead hearts intransplanted rice. **International Rice Resolution Notes**, v. 19, P. 20-21, 1994.

SILVA, E. L. *et al.* Reproductive Behaviour of the Annona Fruit Borer, *Cerconota anonella*. **Ethology**, n. 112, p. 971–9v.76, 2006.

SILVA, H.; SILVA, A. Q. da. Nutrição mineral e adubação de annonas. In: HAAH, H.P. **Nutrição Mineral e Adubação de Fruteiras Tropicais**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. p. 285-342.

SILVA, A. C. da. **Época de poda e métodos de polinização na produção da pinheira (*Annona squamosa* L.)**. 2000. 101 f. Tese (Mestrado em Fruticultura) –Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2000.

SILVA, J. da; SILVA, E. S. da; SILVA, P. S. L. e. Determinação da qualidade e do teor de sólidos solúveis nas diferentes partes do fruto da pinheira (*Annona squamosa* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 562- 564, 2002.

SILVA, J. da *et al.* Distribuição do teor de sólidos solúveis no fruto da pinheira(*Annona squamosa* L.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 16., 2000, Fortaleza,CE. **Resumos...** Fortaleza: EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL / SBF, 2000. 1 CD-ROM.

VANSOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.

SOMMER, M. *et al.* Silicon pools and fluxes in soils and landscapes: a review. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 169, p. 310–329, 2006.

SOUSA, S. A. **Cultura da pinheira: caracterização de frutos, germinação e atributos de qualidade requeridos pelo sistema de comercialização no CEASA de Salvador-BA**. 2005. 70 p. Dissertação (Mestrado em Fruticultura) – Escola de Agronomia, Universidade Federal da Bahia, Cruz das Almas, 2005.

SOUZA, I. V. B. **Produção comercial de pinheira (*A. squamosa* L.) em relação ao número de frutos por planta.** 2006. 81 p. il. Dissertação (Mestrado em Agronomia – área de Concentração em Fitotecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Vitória da Conquista, 2006.

SNYDER, G. H. **Development of a silicon soil test for Histosol-grown rice.** (Belle Glade EREC Research Report. EV- Florida University Agricultural Research and Education Center. p. 29-39. 1991-2)

TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS / NEPA-UNICAMP.- Versão II. 2. ed. Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2006. 113 p.

TAKAHASHI, E. Uptake mode and physiological functions of silica. In: MATSUO, T. *et al.* (Ed.). **Science of the rice plant: physiology.** Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center, 1995. cap.5, p.420-433.

TAKAHASHI, E.; MIYAKE, K.. Silica and plant growth. In: INTERNATIONAL SEMINAR, SOIL ENVIRONMENT FERTILITY MANAGEMENT INTENSIVE AGRICULTURE, 2., Tokio. **Proceedings...** Tokio, 1977. p. 603-611

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

TAYABI, K.; AZIZI, P. Influence of silica on rice yield and stem-borer (*Chilo supremain*) in Rasht/Iran 1979-1980. **Pesticides**, v. 18, p. 20-22, 1984.

VIANA, J. S. **Viabilidade Financeira da Produção de Pinha sob Sistema de Irrigação por Gotejamento no Distrito Federal Brasília.** Distrito Federal Junho de 2005.

VILLALOBOS, E. **Use of endosulfan and polyethylene bags to control *Bephrata* sp. Ashmead, the *Annona* seed borer (*Annona cherimoia*).** 1987. 41 p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) – Universidade Nacional de Costa Rica, San Jose, 1987.



WENKAN, N. G.; MILLER, C. D. **Composition of Hawaii fruits.**  
Honolulu: University of Hawaii, 1965. (Bulletin, 135)

WRANG, S. S.; KIM, K.; HESS, W. M. Variation of silica bodies in leaf epidermal long cells within and among seventeen species of *Oryza* (Poaceae). **American Journal of Botany**, v. 85, n. 4, p. 461-466. 1998.

WUTSCHER, H. K. Growth and mineral nutrition of young orange trees grown with high levels of silicon. **HortScience**, v. 24, p. 275-277, 1989.