

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE, UNICENTRO-PR

**QUALIDADE E COMPOSTOS BIOATIVOS DE AMORA- PRETA E
MORANGO TRATADOS EM PRÉ-COLHEITA COM SILÍCIO E
SUBMETIDOS À ARMAZENAGEM REFRIGERADA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

LUANA MARCELE MUNARETTO

GUARAPUAVA

2015

LUANA MARCELE MUNARETTO

**QUALIDADE E COMPOSTOS BIOATIVOS DE AMORA- PRETA E
MORANGO TRATADOS EM PRÉ-COLHEITA COM SILÍCIO E
SUBMETIDOS À ARMAZENAGEM REFRIGERADA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Renato Vasconcelos Botelho

Orientador

Prof. Dr. Juliano Tadeu Vilela Resende

Co-orientador

GUARAPUAVA-PR

2015

Catálogo na Publicação
Biblioteca Central da Unicentro, Campus Cedeteg

M963q Munaretto, Luana Marcele
Qualidade e compostos bioativos de amora-preta e morango tratados em pré-colheita com silício e submetidos à armazenagem refrigerada / Luana Marcele Munaretto. -- Guarapuava, 2015
xiii, 56 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, 2015

Orientador: Renato Vasconcelos Botelho
Co-orientador: Juliano Tadeu Vilela de Resende
Banca examinadora: Alessandro Jefferson Sato, Cassia Ines Lourenzi Franco da Rosa

Bibliografia

1. Agronomia. 2. Produção vegetal. 3. *Fragaria spp.* 4. *Rubus spp.* 5. Agricultura orgânica. 6. Fruticultura. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

CDD 634.75

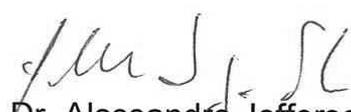
Luana Marcele Munaretto

QUALIDADE E COMPOSTOS BIOATIVOS DE AMORA-PRETA E MORANGO TRATADOS EM PRÉ-COLHEITA COM SILÍCIO E SUBMETIDOS À ARMAZENAGEM REFRIGERADA

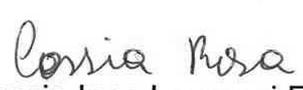
Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Centro-Oeste, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, para a obtenção do título de Mestre.

Aprovada em 10 de julho de 2015.


Prof. Dr. Renato Vasconcelos Botelho
(UNICENTRO)


Prof. Dr. Alessandro Jefferson Sato
(UFPR)


Prof. Dr. Juliano Tadeu Vilela de Resende
(UNICENTRO)


Profª. Drª. Cassia Ines Lourenzi Franco da Rosa
(UNICENTRO)

GUARAPUAVA-PR

2015

Dedico: especialmente à minha mãe Helene
Maria Balbinot Munaretto, exemplo de vida, poço
de determinação e persistência, e ao meu pai
Guerino Munaretto

AGRADECIMENTOS

Foram tantos os momentos difíceis, sempre marcados por muita insistência que faltam palavras para agradecer a cada um que fez a diferença para que essa fase fosse concluída:

À Deus pela vida, por me fazer sentir forte em todos os momentos de dificuldade e sempre mostrar novos motivos para não desistir.

Ao professor Renato pela oportunidade e orientação, pela paciência e compreensão em todos os momentos.

Ao Professor Juliano pelo carinho, pelas longas conversas e contribuições no decorrer de todo o mestrado, por sempre com um sorriso no rosto não me fazer desanimar.

Aos Docentes do Mestrado em Agronomia da UNICENTRO, que muito contribuíram para minha formação acadêmica e pessoal, e aos demais docentes que com sua sabedoria enriqueceram as bancas de qualificação e defesa.

Pela Contribuição em muitas horas do Professor Alessandro e da Professora. Cássia, assim como todos os colegas da Fruticultura e Olericultura que jamais mediram esforços para o bom andamento de todo o trabalho.

Aos meus colegas de trabalho que em muitos momentos estive ausente para a realização desta conquista, pela compreensão, paciência, assim como tantas pessoas neste meio que estiveram envolvidas diretamente ou indiretamente, nestas inúmeras idas e vindas.

Aos meus pais Helene e Guerino, por acreditarem sempre nos meus sonhos e na minha capacidade, e que ainda com o coração apertado aceitaram as minhas decisões, com todo amor e dedicação. Assim como todos os meus familiares e principalmente meus sobrinhos pela compreensão em muitos momentos em família que não pude estar presente.

A todos os meus amigos, poço de ânimo durante esta fase, em especial a Kélin, que sempre esteve presente me dando forças e que muito me incentivou para a elaboração deste trabalho e em toda a minha vida acadêmica e pessoal.

As pessoas que fazem parte da minha rotina, e tornam o caminho menos árduo, que me adotaram como filha e irmã, qual convivo e tenho enorme amor e consideração.

À secretária do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UNICENTRO Lucília pela ajuda em muitos momentos, sempre muito alegre e paciente.

Aos funcionários do campo, Elias, Manoel e Ângelo pelo apoio e suporte prestado na implantação e manutenção do experimento.

Enfim, a todos que de alguma forma faltam palavras para descrever o quão importantes foram e contribuíram para a realização deste trabalho, “*meu sincero muito obrigada*”.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE TABELAS	11
RESUMO.....	1
ABSTRACT	2
1.INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Geral.....	3
2.2 Específicos	3
3. REFERENCIAL TEÓRICO	4
3.1. Cultura do morangueiro	4
3.1.1. Aspectos gerais.....	4
3.1.2. Aspectos econômicos e de produção.....	5
3.1.3 Cultivares Aromas e Albion.....	5
3.1.4 Conservação pós-colheita de morangos	6
3.2. Amora-preta	7
3.2.1. Aspectos gerais.....	7
3.2.2 Economia e produção nacional	8
3.2.3. Cultivar Xavante	9
3.2.4. Conservação pós-colheita.....	9
3.3. Compostos Bioativos	10
3.4. Silício na Agricultura.....	12
3.5. Uso de refrigeração na pós-colheita.....	13
4. MATERIAL E MÉTODOS	15
4.1. Produtividade e qualidade pós-colheita de frutos de morangueiro cultivadas com silício	15
4.2. Produtividade e qualidade pós-colheita de frutos de amora-preta cv. Xavante cultivados com silício	17
4.3.Avaliações agronômicas e de pós-colheita	18

4.4. Análises estatísticas	20
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1. Produtividade e qualidade pós-colheita de frutos de morangueiro cultivados com silício.....	21
5.1.1. Características agronômicas.....	21
5.1.2. Qualidade pós-colheita.....	22
5.2. Cultura da Amoreira-preta	31
5.2.1 Características agronômicas.....	32
5.2. Qualidade pós-colheita	33
6. CONCLUSÕES.....	40
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

LISTA DE FIGURA

Figura 1. Local de implantação do experimento de morangueiros cv. Albion e Aromas.	16
Figura 2. Local de implantação do experimento de amoreira-preta cv. Xavante.....	17
Figura 3. Firmeza de frutos do morangueiro em função da armazenagem cv. Albion e Aromas. Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2013	24
Figura 4. Firmeza de frutos do morangueiro das cv. Albion e cv. Aromas em função da concentração de Si (g L^{-1}). Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2013.	25
Figura 5. Média do teor de sólidos solúveis de frutos do morangueiro das cvs. Albion e Aromas em função da armazenagem. Guarapuava, PR - UNICENTRO, 2013.....	25
Figura 6. Acidez titulável de frutos do morangueiro em função das cultivares Albion e Aromas. Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2013	26
Figura 7. Acidez titulável de frutos do morangueiro das cvs. Albion e Aromas em função do tempo de armazenamento. Guarapuava, PR -UNICENTRO, 2013.	27
Figura 8. Relação Sólidos solúveis e Acidez titulável (SS\AT), de frutos do morangueiro em função do tempo de armazenamento. Guarapuava, PR - UNICENTRO, 2013.....	28
Figura 9. Teor de Antocianinas de frutos do morangueiro em função das Cultivares Albion e Aromas. Guarapuava, PR - UNICENTRO, 2013.....	29
Figura 10. Teor de antocianinas de frutos de morangueiro em função das doses de silício aplicadas via foliar em pré-colheita. Guarapuava, PR - UNICENTRO, 2013.....	30
Figura 11. Teores médios de ácido ascórbico de frutos do morangueiro em função do tempo de armazenamento. Guarapuava, PR - UNICENTRO, 2013.	30
Figura 12. Firmeza da polpa de amora-preta cv. Xavante em função do tempo de armazenamento. Guarapuava, PR - UNICENTRO, 2014.	34
Figura 13. Firmeza da polpa de amora- preta cv. Xavante em função das doses de silício aplicado via foliar em pré-colheita. Guarapuava, PR - UNICENTRO, 2014.	35
Figura 14. Teor de sólidos solúveis em frutos de amora-preta cv. Xavantes tratados em pré-colheita com silício . Guarapuava, PR - UNICENTRO, 2014.	36
Figura 15. Acidez titulável da polpa de amora-preta cv. Xavante em função do período de armazenagem refrigerada. Guarapuava, PR - UNICENTRO, 2014.....	37

Figura 16. Relação SS\AT da polpa de amora-preta cv. Xavante em função do período de armazenagem refrigerada. Guarapuava, PR - UNICENTRO, 2014.....	38
Figura 17. Teor de ácido ascórbico de Frutos por parcela em função de doses de Si (g L ⁻¹). Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2014.....	40

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Resumo das análises de variância para produtividade, número de frutos e massa média de frutos. Guarapuava, PR – UNICENTRO21
- Tabela 2.** Número de fruto, massa média e produtividade de morangueiro cultivares Albion e Aromas. Guarapuava, PR - UNICENTRO, 201321
- Tabela 3.** Resumo da análise de variância para as características sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável, firmeza, compostos fenólicos, antocianinas e ácido ascórbico em morangos das cvs. Aromas e Albion . Guarapuava,PR – UNICENTRO , 2013).....23
- Tabela 4.**Resumo da análise de variância para as avaliações de produtividade, número de frutos por planta e massa média de frutos Guarapuava-PR, UNICENTRO, 2014.....32
- Tabela 5.** Resumo da análise de variância para as características: sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável, pH, compostos fenólicos, antocianinas e ácido ascórbico. Guarapuava-PR, UNICENTRO, 2014.....33

RESUMO

MUNARETTO, Luana Marcele. Qualidade e compostos bioativos de amora- preta e morango tratados em pré-colheita com silício e submetidos à armazenagem refrigerada. Guarapuava: UNICENTRO, 2015. 60p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia)

Os elementos minerais possuem funções importantes no metabolismo das plantas, o Silício (Si), vem sendo usado na agricultura como forma de promover o crescimento e a produtividade das plantas, e induzir resistência ao ataque de pragas e doenças, Neste contexto, este estudo realizado em Guarapuava-PR nos anos de 2012-2014, com o objetivo avaliar a produtividade e qualidade pós-colheita de amora-preta cv. Xavante e de morangos das cvs. Aromas e Albion submetidos a aplicações foliares em pré-colheita de quatro doses de Si (0,0; 5;10;15g^L⁻¹), e armazenagem refrigerada (8 dias em refrigeração e 1 dia em temperatura ambiente). Foram avaliadas as seguintes características: perda de massa, massa de fruto, produtividade, firmeza, sólidos solúveis, acidez titulável, fenólicos totais, antocianinas totais, ácido ascórbico e o ratio. Ao cultivar Aromas apresentou maior produtividade por hectare, além de um maior número de frutos, porém os maiores frutos foram encontrados na cultivar Albion, com melhor apresentação para a comercialização *in natura*. A utilização de silício via foliar promoveu maiores teores de antocianinas nas duas cultivares de morango e maior teor de sólidos solúveis para a amora-preta cv. Xavante. A refrigeração foi eficiente para a manutenção da qualidade pós-colheita dos frutos, pois contribuiu para a conservação impedindo mudanças significativas nos teores de compostos fenólicos e antocianinas nos morangos e alterações significativas nos teores de sólidos solúveis, compostos fenólicos, antocianinas e ácido ascórbico nos frutos de amoreira-preta.

Palavras-Chave: *Fragaria spp*; *Rubus spp*; Agricultura Orgânica; Fruticultura.

ABSTRACT

MUNARETTO, Luana Marcelle. Quality and bioactive compounds of black Amora- and strawberry treated preharvest with silicon and subjected to cold storage. Guarapuava: UNICENTRO, 2014. 60p. (Dissertação – Mestrado em Agronomia)

The mineral elements have important functions in the plants metabolism, the Silicon (Si) has been used in agriculture as a way to promote growth and productivity of plants and to induce resistance to the attack by weed and diseases. Thus, this study was carried out Guarapuava-PR during the years 2012- 2014, with the purpose to evaluate the productivity and postharvest quality of blackberry cv. Xavante and Strawberries cvs. Albion flavorings, which were subjected to foliar applications of pre-harvest Si four doses (0.0; 5; 10; 15gL⁻¹) and refrigerated storage (8 days and 1 day under refrigeration at room temperature). The following characteristics were evaluated: weight loss, fruit weight, yield, firmness, soluble solids, titratable acidity, total phenolics, total anthocyanins, ascorbic acid and the ratio. The Aromas cultivar showed higher productivity per hectare and a higher number of fruit. However, the larger fruits were found in the Albion cultivar, and they were more presentable for market fresh fruit. The use of foliar Si showed highest levels of anthocyanins in both strawberry cultivars, and highest soluble solids to the blackberry cv. Xavante. The cooling was effective to maintain the post-harvest fruit quality because contributed to the preservation preventing significant changes in the levels of phenolics and anthocyanins in strawberries and significant changes in total soluble solids, phenolic compounds, anthocyanins and ascorbic acid in fruit of blackberry.

Keywords: *Fragaria spp*; *Rubus spp*; Organic Agriculture; fruit growing.

1.INTRODUÇÃO

As frutas além de apresentarem sabor e aroma marcantes, são importantes fontes de vitaminas, minerais, fibras, entre outros compostos bioativos e essenciais à alimentação humana. Cada vez mais surgem estudos demonstrando a correlação entre o consumo de frutas e a redução de doenças crônicas (ZIMMERMANN e KIRSTEN, 2008; GERALDO e ALFENAS, 2010).

Os frutos após serem colhidos podem perder algumas qualidades nutricionais quando não forem manipulados adequadamente. A refrigeração tem sido a técnica pós-colheita mais utilizada e principalmente por ser de baixo custo para a conservação de frutas (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Age principalmente reduzindo o metabolismo e a perda de massa, retarda o desenvolvimento de podridões e atrasa a senescência, tais fatores contribuem para a manutenção das características desejáveis, visto que os pequenos frutos como o morango e a amora-preta são altamente perecíveis (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os pequenos frutos são bastante suscetíveis a danos mecânicos, desidratação, degenerescência fisiológica, podridões fúngicas e distúrbios durante o armazenamento, por não possuírem uma camada protetora externa e possuir baixa firmeza ao serem comparados a outros frutos (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Alguns minerais podem contribuir no complexo nutricional e estrutural das plantas, por exercer influência sobre processos bioquímicos e ou fisiológicos, e conseqüentemente podendo ser benéficos na constituição dos frutos (FERREIRA et al., 2006).

O silício (Si), nutriente que até então era relegado ao segundo plano por não ser considerado essencial, tem sido demonstrado como fundamental em processos fisiológicos, bioquímicos de diversas culturas, tornando-se desta forma, nutriente benéfico de grande importância na agricultura. As funções do Si na fisiologia da planta são altamente favoráveis ao desenvolvimento produtivo e qualitativo, pela função de contribuir para o aumento da eficiência fotossintética vegetal devido a melhora na arquitetura da planta (LIANG et al., 2007).

O Si possui grande importância na fruticultura por estar ligado a processos que tendem a melhorar a vida pós-colheita, sendo que ao ser depositado nos tecidos, forma uma estrutura silificada que reduz o consumo, a perda de água, o ataque de pragas e doenças devido a dificuldade de penetração no interior dos tecidos, essa barreira contribui também reduzindo a

taxa respiratória, contribuindo assim para a manutenção de características e qualidades desejáveis ao consumidor por um período maior de tempo (HENRIQUE e CEREDA, 1999; REIS et al. 2007).

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a qualidade pós-colheita e os compostos bioativos de frutos de morangueiro e amoreira-preta, após a aplicação de silício e armazenagem refrigerada.

2.2 Específicos

- Avaliar o desempenho produtivo de morangueiro e amoreira-preta em sistema orgânico, na região de Guarapuava, Centro-sul do Paraná;
- Avaliar os efeitos de tratamentos com diferentes concentrações de silício;
- Avaliar os efeitos e da armazenagem refrigerada na qualidade pós-colheita da amora-preta e do morango;

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Cultura do morangueiro

3.1.1. Aspectos gerais

O morangueiro, oriundo do cruzamento de duas espécies silvestres (*Fragaria X ananassa Duch.*), pertence à família Rosaceae, (SILVA et al., 2007, FILGUEIRA, 2012). É uma planta classificada como herbácea perene de característica rasteira e sua propagação dá-se por estolões (GOMES, 2013). Produz frutos de boa expressão econômica entre as pequenas frutas, além de serem apreciados em todo o mundo (FAEDI e ANGELINI, 2010).

O morango, fruto do morangueiro, é um pseudofruto onde a parte comestível é um receptáculo hipertrofiado, onde se encontra o verdadeiro fruto chamado de aquênio. Porém o fruto compõe um conjunto de aquênios e receptáculos (PALHA et al., 2005).

Cada cultivo responde diferentemente em função do fotoperíodo, e da temperatura sendo assim classificadas em cultivares de fotoperíodo curto, fotoperíodo longo ou insensíveis ao fotoperíodo (neutras) (SANTOS e MEDEIROS, 2003).

Segundo Silva (2007), a maioria das cultivares são de dias curtos, porém a quantidade de morangos produzidos em fotoperíodo curto não suprem a demanda por morangos nos meses mais quentes do ano, aumentando a tendência de produção de cultivares de dias neutros que garantem uma boa produção neste período (STRASSBURGER et al., 2010).

Os frutos do morangueiro são classificados como não climatérios, por isso devem ser colhidos próximo a maturação, para que sejam preservadas as características desejáveis. Após a colheita não ocorre alteração no estado de maturação, todavia, ocorre aumento na atividade respiratória (CHITARRA e CHITARRA, 2005; CANTILLANO, 2010), vindo ao encontro de elevada taxa de mudanças metabólicas associadas ao fruto. Armazenamento por períodos prolongados só poderão ser realizados se o fruto apresentar baixa produção de dióxido de carbono podendo interferir, inclusive, na atmosfera que o fruto está sendo submetido (RONQUE, 1998).

Os frutos do morangueiro podem ser colhidos diariamente de maneira minuciosa e de forma manual, pois, o principal parâmetro para definir o ponto de colheita é a cor, sendo que para fins industriais o fruto é colhido quando sua coloração atingir vermelha intensa. Já para

fins de comercialização in natura o fruto deverá apresentar coloração vermelha intensa em $\frac{1}{2}$ a $\frac{3}{4}$ do fruto (CANTILLANO, 2006 ; LIMA,1999).

3.1.2. Aspectos econômicos e de produção

Devido principalmente à facilidade de adaptação, a cultura do morangueiro possui uma ampla distribuição geográfica. A cultura têm apresentado crescimento de produção nos últimos anos devido, principalmente, á inclusão de cultivares mais produtivas, assim como, de cultivares de dia neutro. Encontra-se difundida em quatro regiões: Sul, Centro-oeste, Sudeste e Nordeste, sendo que grande parte da produção nacional está nas regiões Sul e Sudeste (MORALES et al., 2012 ; VIZZOTTO et al., 2012).

De acordo com Carvalho (2011), no Brasil, na safra de 2010 a média nacional de produtividade do fruto foi de 35,7 t ha⁻¹ ano, ocupando cerca de 3500 hectares, com uma produção nacional de 127 mil toneladas ao ano.

No Paraná a cultura do morangueiro ocupa uma área de 703 hectares com produção de aproximadamente 20,379 mil toneladas, sendo que 50% da produção estão localizadas nos municípios da região metropolitana de Curitiba (GODINHO, 2014¹).

3.1.3 Cultivares Aromas e Albion

A cultivar Aromas foi desenvolvida nos Estados Unidos pela Universidade da Califórnia, em meados de 1997. Trata-se de uma cultivar muito produtiva, com hábito de crescimento ereto, frutos de tamanhos grandes e coloração vermelho-escuro, excelente sabor para consumo *in natura* e também para industrialização (OLIVEIRA et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2008).

A cultivar Albion, originária da Califórnia, assim como a cultivar Aromas possui comportamento de dia neutro, é considerada com características bem semelhantes às cultivares Aromas e Diamante quanto ao rendimento e qualidade dos frutos e na conservação pós-colheita. A sua arquitetura foliar apresenta-se mais aberta facilitando a colheita (COSTA, 2012).

¹ GODINHO, CHW; engenheiro agrônomo SEAB (comunicação pessoal)

3.1.4 Conservação pós-colheita de morangos

O morango (*Fragaria x ananassa Duch.*) é um fruto não climatérico, de curta vida pós-colheita em virtude da grande porcentagem de água e alto metabolismo, o que exige cuidados especiais durante a colheita e pós-colheita. Quando colhidos os frutos muito maduros poderão entrar em decomposição com maior facilidade e chegar com podridões aos locais de comercialização; ao contrário se colhidos ainda verdes, terão alta acidez, adstringência e aroma característico alterado (CANTILLANO, 2006).

Importantes atributos de qualidade do morango como aparência (tamanho, forma e defeitos), sabor, odor (flavor), valor nutritivo e ausência de defeitos, sofrem modificações em pós-colheita, sendo grande parte deles de caráter irreversível (FLORES e CANTILLANO, 2003 ; CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Para a manutenção das características, atualmente são utilizados alguns atributos para diminuir a senescência e possivelmente aumentar o período de pós-colheita.

São utilizada algumas técnicas sendo as principais: controle artificial de concentrações de CO₂ e O₂ na atmosfera durante a armazenagem com o objetivo de reduzir a taxa respiratória do fruto, mediante aumento da concentração de CO₂ e respectivamente, reduzindo a de O₂ (RONQUE, 1998). São utilizadas também coberturas dentre elas o biofilmes são utilizadas com o intuito de prolongar a qualidade dos alimentos, pois retardam a desidratação dos frutos, diminuem a taxa respiratória, contribuem com a conservação da textura, assim como contribuem com a retenção de compostos voláteis e redução do crescimento microbiano (HAN, 2005; RIBEIRO et al., 2007).

Temperaturas eficiente durante o armazenamento devem ser mantidas entre 0 e 1°C, visto que, temperaturas baixas, associados ao resfriamento rápido após a colheita, garantem que o fruto tenha diminuição da taxa metabólica, da perda de massa, do murchamento dos frutos, (ANTONIOLLI, 2007).

Cordenunsi et al., (2005) consideram que a temperatura de 0°C é a melhor para o armazenamento dos morangos, porque reduz as mudanças na qualidade. Brackmann (2002), concluiu que morangos podem ser armazenados numa faixa de temperatura entre 0° a -1,6°C, sendo que a 0°C os frutos serão mais firmes e ácidos, enquanto que a -1,6°C haverá menor ocorrência de podridões.

Durante o armazenamento os frutos em condições inadequadas, podem sofrer perda de massa que pode ser decorrente da transpiração e além de levar ao enrugamento, causa ressecamento, amolecimento, acelerando a deterioração (MALGARIM et al., 2006). Os teores

perdidos durante esse período dependerá do tipo, tamanho, composição, estrutura, temperatura do fruto e do ambiente, assim como da velocidade de movimentação do ar (RONQUE, 1998).

3.2. Amora-preta

3.2.1. Aspectos gerais

A amora-preta pertence à família Rosaceae e ao gênero *Rubus*, tem como centro de origem a Ásia, e sua introdução na Europa ocorreu por volta do século XVII, nos últimos anos os Estados Unidos apresentam-se como o maior produtor mundial de amora-preta (ANDERSEN e CROKER, 2008; OLIVEIRA et. al., 2008).

No Brasil seu cultivo tem se expandido por todo o país, introduzido a princípio a partir de cultivares e seedlings oriundas dos Estados Unidos. Posteriormente iniciou-se trabalhos de melhoramento junto a Estação Experimental de Pelotas no Rio Grande do Sul, atual EMBRAPA Clima Temperado (MOREIRA, 1989, EMBRAPA, 2011).

A amoreira-preta é ainda uma espécie pouco expressiva no Brasil, mas pode representar uma ótima opção para diversificação de pequenas propriedades, por ser rústica e produtiva (Antunes, 2004). Seu cultivo representativo ocorre principalmente ao Rio Grande do Sul, Sul de Minas Gerais e São Paulo os quais apresentam elevado potencial para produção (CHAGAS et al., 2007).

Os frutos são consumidos de forma *in natura*, mas podem ser processados para serem utilizados na produção de polpa congelada, liofilizada, ou na forma de suco concentrado, assim na produção de suplementos dietéticos, sorvetes, doces, geléias, confeitos e outros. (KAFKAS et al., 2008).

Além de suas qualidades devido à boa aceitabilidade, a amora-preta apresenta propriedades nutraceuticas, principalmente a função antioxidante. Além de possuir o ácido elágico, anti-mutagênico e um potente inibidor da indução química do câncer (ANTUNES, 2004).

É um fruto saudável, cuja composição nutricional proporciona uma série de benefícios à saúde. Segundo Lorenzi et al., (2006) a constituição da amora-preta, em 100 g de frutos, é em média de: 61 calorias; 79 g de água; 1 g de proteína; 0,6 g de gordura; 13 g de carboidratos; 36 mg de cálcio; 48 mg de fósforo; 1,6 mg de ferro; 282 mg de potássio; 0,01

mg de vitamina A; 0,01 mg de vitamina B1; 0,04 mg de vitamina B2; 18 mg de ácido ascórbico e 0,2 mg de niacina (B3).

3.2.2 Economia e produção nacional

No Estado do Paraná, a produção de amora ainda é pequena, segundo Godinho, (2014),* no ano de 2013 foram produzidos 347 toneladas em uma área de 75 ha⁻¹. De modo geral, o cultivo destas espécies se caracteriza pelo baixo custo de implantação e sendo acessível aos pequenos produtores, bom retorno econômico, boa adaptação às condições sócio-econômicas e ao ambiente local, assim como proporciona uma grande demanda de mão-de-obra, podendo ser cultivada no sistema orgânico e apresentar demanda maior do que a oferta (POLTRONIERI, 2003). A produção de amora-preta no Brasil estende-se de meados de outubro a fevereiro, sendo que durante o restante do período não há oferta nacional desse fruto (ANTUNES et al., 2007).

A produtividade pode ser de até 10.000 kg ha⁻¹ano⁻¹ (ANTUNES, 2002). Segundo Santos et al., (1997) a produtividade de amoreira-preta para regiões de clima temperado é de 5.000, 7.500, 12.000 kg ha⁻¹ apresentando crescimento para primeiro, segundo e terceiro ano de produção, respectivamente (PAGOT e HOFFMANN, 2003).

No Rio Grande do Sul, a amoreira-preta tem tido grande aceitabilidade por parte dos produtores, devido ao baixo custo de produção, facilidade de manejo, rusticidade e pouca utilização de agrotóxicos, onde o maior foco de produção localiza-se em Feliz (CEASA-RS, 2007).

Devido à rápida perda de qualidade pós-colheita há uma grande limitação quanto ao fornecimento de frutas frescas, devido a isso, grande parte do consumo é feito com alimentos industrializados (PERKINS-VEAZIE et al., 1999).

Os dados estatísticas sobre a produção e comercialização de amora-preta, no Brasil, são muito escassas, entretanto, valores praticados no CEASA - RS, na safra 2011-2012, frutas destinadas ao mercado *in natura* e embalados em cumbucas de 150g, foram vendidas por até 32 reais o quilograma em setembro, decrescendo ao decorrer dos meses até atingir pouco mais de 5 reais em novembro.

As informações nacionais são escassas, porém a produção de pequenos frutos pelo censo frutícola 2011 da EMATER - RS que há distribuídos 395 produtores difundidos em 239,2 ha (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2012). Dados referentes à

exportação em 2012, de amora associada à framboesa foram de 3646 kg (ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2014).

3.2.3. Cultivar Xavante

A cultivar Xavante é a primeira cultivar brasileira de amoreira-preta de porte ereto, desenvolvida pela Embrapa Clima Temperado em conjunto University of Arkansas, liderado pela pesquisadora Maria do Carmo Bassols Raseira em Pelotas-RS (MOORE et al., 2004; MOORE et al., 2005).

A Embrapa Clima Temperado, há mais de três décadas, vem conduzindo programas de melhoramento das cultivares de amoreira-preta, tendo lançado as cultivares nacionais como: Ébano, em 1981; Negrita, em 1983; Tupi, em 1988; Guarani, em 1988; Caingangue, em 1992; e finalmente Xavante, em 2004 (RASEIRA, 2004).

A Cultivar Xavante possui características que facilita principalmente a colheita, visto que a mesma possui ausência de espinhos (PERUZZO et al., 1995), utilizada por produtores que adotam o esquema em que o consumidor colhe a própria fruta para o seu consumo. (ELLIS et al., 1991). É uma cultivar que apresenta baixa necessidade de frio além de boa produção (ANTUNES, 2004).

A floração da Cultivar, inicia em meados de setembro estendendo-se até outubro, para o Sul do país devido as condições climáticas nesta região. A maturação dos frutos é precoce, possuem forma alongada com massa média é de 6g, apresenta boa firmeza, sabor doce-ácido, predominando a acidez, com teores de sólidos solúveis em torno de 8° Brix (RASEIRA, 2004).

3.2.4. Conservação pós-colheita

O conhecimento da fisiologia pós-colheita possui grande importância, principalmente quando este pode contribuir com o aumento do tempo de armazenamento dos frutos, sem que sejam prejudicadas as características físicas, sensoriais e nutricionais (ABREU et al., 1998). Isto é particularmente importante, no caso da amora-preta, devido à alta fragilidade de seus

frutos e alta taxa respiratória, apresentando vida pós-colheita relativamente curta (MORRIS et al., 1981).

A baixa firmeza dos frutos determina grande influência na vida de prateleira, pois devido a sua fragilidade podem ser facilmente danificados durante o manuseio, sendo mais suscetíveis a ação de infecção causadas por patógenos (PERKINS-VEAZIE et al., 1997).

O ponto de colheita é um atributo de grande importância na qualidade do fruto, este é determinado quando o fruto estiver totalmente preto, necessitando a colheita ser realizada a cada dois a três dias (RASEIRA et al., 1984). Quando comercializadas *in natura*, são utilizadas embalagens semelhantes às utilizadas para morango, nas quais, em cada bandeja, são ofertados em torno de 120 a 150 gramas de frutos de amoreira-preta (CEASA-RS, 2012).

A qualidade pós-colheita dos frutos está relacionada à manutenção das características desejáveis como textura, cor, sabor e aroma assim como à minimização do processo de deterioração com o objetivo de mantê-los atrativos ao consumidor por um possível período maior (LIMA et al., 1996).

Na conservação pós-colheita de amora-preta, várias técnicas podem ser utilizadas, tais como atmosfera modificada (AM), assim como o uso de filmes e revestimentos comestíveis, conservação em atmosfera controlada (AC), armazenamento em baixas temperaturas, uso de reguladores de crescimento além da utilização de irradiação visando à diminuição da senescência e aumentando o período comercial (CARVALHO, 1994).

3.3. Compostos Bioativos

As frutas e frutos, além de possuir muitos dos nutrientes essenciais como vitaminas, fibras e minerais, possuem também compostos secundários, denominados fitoquímicos. Compostos estes que apresentam propriedades antioxidantes as quais estão principalmente relacionadas à desaceleração do envelhecimento precoce assim como, prevenção de doenças crônicas não transmissíveis (HUANGA, CAIA e ZHANG, 2009).

A caracterização da amora-preta e demais frutos vermelhos como alimentos funcionais é devido sua capacidade de auxiliar na prevenção e controle de determinadas doenças, o que tem atraído a atenção do consumidor e, conseqüentemente, aumentado a procura por esses frutos. Além de apresentarem elevados teores de ácido ascórbico e betacaroteno, possuem grande quantidade de compostos fenólicos, os quais apresentam

grande potencial antioxidante, anticancerígeno e antiinflamatório, sendo capazes de exercer efeitos protetores para o cérebro, retardando o envelhecimento e a ocorrência de doenças relacionadas (PAGOT, 2006).

Todavia a legislação brasileira não define alimento funcional. Define, pois, alegação de propriedade funcional assim como a alegação de propriedade de saúde (ANVISA, 1999).

Dentre os componentes capazes de trazer vários benefícios a saúde encontra-se os compostos fenólicos, originários do metabolismo secundário, e capazes de sequestrar os radicais livres quando compõe parte da alimentação. Nos frutos são responsáveis pela cor, adstringência, aroma e estabilidade oxidativa (KAUR e KAPOOR, 2001; ANGELO e JORGE, 2007). Quimicamente, os fenólicos são definidos como substâncias que possuem anel aromático com um ou mais substituintes hidroxílicos, incluindo seus grupos funcionais (LEE et al., 2005).

As antocianinas compõe dentre o grupo de fenólicos chamados de flavonóides e são responsáveis pela maioria das cores azul, violeta e todas as tonalidades de vermelho, presentes em flores e frutos (SINGLETON,1987).

Nas últimas duas décadas, o interesse pelas antocianinas aumentou devido à sua utilização com corantes alimentares naturais e as suas potenciais propriedades promotoras à saúde (ANDERSEN, 2009). No entanto estes compostos podem ser influenciados até mesmo sofrer degradação durante o processamento e armazenamento, nas quais os alimentos são submetidos, sendo influenciados por fatores como luz, oxigênio, presença de açúcares e outros compostos fenólicos, pH e temperatura (SADILOVA et al., 2007).

Durante o armazenamento e estocagem as frutas podem sofrer perdas de ácido ascórbico, a isso ocorre principalmente devido às reações não-enzimáticas, oxidativas e não oxidativas acarretando assim na diminuição da qualidade nutricional (WONG, 1995) .

Nos seres humanos, há evidências de que o ácido ascórbico mais conhecida como vitamina C, protege o organismo contra várias doenças crônicas (DAVEY et al., 2000), é encontrada, principalmente, nas frutas cítricas, mas pode ser encontrados também em quantidade expressiva no morango (KAUR e KAPOOR, 2001).

Os teores de ácido ascórbico no morango podem sofrer variação de 39 a 89 mg 100 g⁻¹ de polpa (DOMINGUES, 2000), e sua variação depende de diversos fatores sendo eles: época do ano, estágio de maturação, cultivar, luz, adubação, condições de cultivo e armazenamento (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

3.4. Silício na Agricultura

O Silício é um mineral de amplo estudo, devido aos seus diversos benefícios proporcionados as plantas, contribuindo para a melhora da resistência a pragas e patógenos, seca, à tolerância a metais pesados e, portanto, proporcionando melhoria da qualidade e produtividade das culturas agrícolas. (FAUTEUX et al., 2005; MA e YAMAJI, 2006, LIANG et al., 2007). Possui funções relacionadas ao aumento do conteúdo de clorofila nas folhas, tolerância a estresse ambiental, como frio, calor, reduzindo o desequilíbrio de nutrientes e reforçando a parede celular. (EPSTEIN, 1999).

O Si tem sido relacionado ao estímulo de mecanismos de defesa a patógenos em culturas como pepino e cevada (FAWE et al., 2001).

Estudos em diferentes frutíferas foram realizados com o uso deste mineral co; a redução de incidência de doenças efeito na redução da incidência de doenças no mamoeiro (PRATISSOLI et al., 2007); da melancia (SANTOS et al., 2010). No morango, o fornecimento de Si às plantas melhorou a qualidade do produto final com aumento da concentração de carboidratos (açúcares) (LANNING, 1960 ; WANG e GALLETTA, 1998), e resistência de doenças como míldio e oídio, assim como ocorreu na cultura da cenoura relatado por Juliatti, et al., (2003). O silício propiciou melhor conservação pós-colheita da alface como relata estudo realizado por Resende et al. (2007).

Têm se mostrado eficiente em algumas espécies não gramíneas (alfafa, feijão, tomate, alface e repolho) devido ao aumento de produtividade com o aumento da disponibilidade de Si para as plantas através de suplementação via foliar ou via solo (ELAWAD e GREEN JÚNIOR, 1979).

Silva et al., (2013), em sua pesquisa com a aplicação de Si, visou avaliar principalmente as alterações pós-colheitas ocorridas com a aplicação de Si via foliar e via solo, sob diferentes concentrações, promovendo aumento da acidez titulável e antocianinas, assim como o aumento dos teores de clorofila tanto na aplicação via solo como via foliar.

Estudos mostram a formação de barreiras mecânicas com a suplementação do mineral, mudanças estas principalmente na anatomia, como células epidérmicas mais grossas e um grau maior silicificação. Com a deposição de Si nas células da camada epidérmica, formando assim uma camada mais espessa devido a deposição, com a formação de barreira física efetiva, dificulta assim a penetração de fungos patógenos (MARSCHNER, 1995 ; BLAICH e GRUNDH FER, 1998).

O acúmulo de Si nos órgãos de transpiração provoca a formação de uma dupla camada de sílica, o que causa redução da transpiração, pois diminui a abertura dos estômatos limitando assim a perda de água (TAKAHASHI, 1995; KORNDÖRFER et al., 1999).

3.5. Uso de refrigeração na pós-colheita

O armazenamento adequado permitirá que o produto não perca rapidamente grande parte de suas Propriedades. Quanto mais baixa for a temperatura utilizada, mais lentamente ocorrerão as reações químicas, as ações enzimáticas assim como o crescimento microbiano (HONÓRIO e MORETTI, 2002). Essas alterações nem sempre podem não ser percebidas de imediato, mas são observadas ao longo de toda a cadeia de comercialização, alterações essas que ocorrem principalmente por meio de alterações de sabor, odor, firmeza e outras características de qualidade inerentes ao produto (NEVES FILHO, 1991).

As temperaturas de armazenamento são específicas para cada fruta, temperaturas inapropriadas podem causar injúrias pelo frio constituem as desordens fisiológicas. Elas ocorrem quando os produtos são expostos a temperaturas inferiores à temperatura mínima de segurança (TMS), mas acima do ponto de congelamento (CHITARRA e CHITARRA, 1990; KLUGE et al., 2001).

As temperaturas e dias de armazenagem vêm a cada dia ganhando maior importância quando se fala em armazenamento refrigerado. Antunes et al (2003), estudando o comportamento de amoras-pretas observou que períodos maiores de armazenagem ocasionam maiores perdas de massa, em experimento realizado com amoras mantidas a 20 °C, obtendo maiores perdas de massa comparadas as mantidas à 2 °C. Perkins-Veazie et al. (1997), por meio de seus estudos verificaram que a manipulação excessiva e a oscilação de temperatura durante o transporte e o armazenamento de amora-preta, prejudicam a qualidade do fruto causando significativa deterioração e perda de massa após sete dias de armazenagem a 2°C.

Brackmann et al., (2004), estudando as temperaturas em relação a várias características pós-colheitas, concluiu que as menores alterações com o armazenamento ocorreram em temperaturas de mais inferiores, sendo que a 0°C as frutas possuíam maior firmeza e acidez, enquanto que a -1,6°C haverá menor ocorrência de podridões.

Para Cantillano (2005), o morango pode ser conservado a temperatura de 0 °C com 90 a 95% de umidade relativa durante 3 a 5 dias sem que ocorram mudanças significativas nas qualidade.

4. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em campo experimental do Campus Cedeteg, da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), em Guarapuava, Paraná, (localizado à latitude de 25°23'36"S, longitude de 51°27'19"O e altitude de 1.120 m).

De acordo com o IAPAR (2000), pela classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Subtropical Úmido Mesotérmico. Segundo Caviglione (2000), possui verões amenos, geadas severas no inverno e a precipitação anual de 1.800-2.000 mm.

O solo é classificado como Latossolo Bruno Distrófico (EMBRAPA, 2006). A área destinada à implantação do experimento vem sendo submetida a práticas permitidas ao sistema orgânico por um período superior a 7 anos.

A pesquisa foi realizada com duas diferentes espécies de plantas: uma frutífera: amoreira-preta (*Rubus sp.*) cultivar Xavante e uma hortaliça o morangueiro (*Fragaria x ananassa*) das cultivares Albion e Aromas, ambas de fotoperíodo neutro.

4.1. Produtividade e qualidade pós-colheita de frutos de morangueiro cultivadas com silício

A condução do experimento em campo compreendeu o período entre o plantio das mudas, realizado em 09/07/2012, até o término da colheita dos frutos, em 08/01/2013, com posteriores avaliações em laboratório.

O solo foi previamente corrigido com calcário calcítico (2 t ha⁻¹) e adubado com esterco bovino curtido (20 t ha⁻¹). As mudas provenientes do Chile foram plantadas no dia 9 de julho de 2012 em canteiros cobertos com serragem com 1,0 m de largura, no espaçamento 30 x 30cm e irrigadas por sistema de gotejamento.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4x2x2 (doses de silício x período de armazenamento x cultivares), com três repetições e parcela experimental constituída por 16 plantas. Em área experimental como demonstrada na figura 1.

Os tratamentos consistiram de pulverizações quinzenais de soluções aquosas nas seguintes concentrações de óxido de silício: 0, 5, 10 e 15 g L⁻¹. Como fonte de silício foi utilizado o produto comercial AgriSil® (98% de SiO₂, Agrobiológica Soluções Naturais

Ltda., Atibaia-SP). As aplicações iniciaram a partir da formação das primeiras flores em 30/08/2012 e se estenderam até o final do ciclo produtivo, totalizando 12 aplicações.



Figura 1. Local de implantação do experimento de morangueiros cv. Albion e Aromas.

Por ser um experimento em sistema orgânico, os tratamentos com silício foram realizados complementarmente ao tratamento fitossanitário realizado quinzenalmente, em semanas alternadas ao tratamento com silício, iniciado após o surgimento das primeiras flores, com os produtos quitosana (1%), óleo vegetal (1%), extrato de alho (2%) e óleo de neem (1%).

Durante o experimento foram realizadas capinas e arranquios manuais para controle de plantas daninhas de acordo com a necessidade. A colheita dos frutos foi realizada a cada dois ou três dias, em estágio de maturação de $1\frac{1}{2}$ a $3\frac{3}{4}$ do fruto em coloração vermelho intenso.

Os morangos colhidos foram agrupados em três épocas de colheita, sendo os dados analisados resultantes da média das avaliações realizadas durante os três períodos.

Imediatamente após cada colheita, os frutos de cada parcela experimental, foram pesados e quantificados. Para cada uma das três épocas de colheita, amostras de 20 frutos por parcela experimental, colhidas em uma mesma data foram utilizadas para as avaliações físico-químicas. Metade desta amostra (10 frutos por parcela) foi destinado às análises (tempo zero). Outra metade da amostra (10 frutos por parcela experimental) foram acondicionados em embalagens de polipropileno cobertas com filme PVC de 17 mm e mantidas em câmara B.O.D. em temperatura de 1°C por 8 dias e mais 1 dia em temperatura ambiente, simulando condições de comercialização, quando também foram submetidas às análises físico-químicas.

4.2. Produtividade e qualidade pós-colheita de frutos de amora-preta cv. Xavante cultivados com silício

A condução do experimento se estendeu de agosto de 2013 com a poda das plantas até a última colheita em janeiro de 2014, com posteriores avaliações em laboratório. As plantas avaliadas possuíam 9 anos de idade, conduzidas em dupla espaldeira e sistema de irrigação por gotejamento. A poda foi realizada em 10 de agosto encurtando os ramos anuais com 4 gemas.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro tratamentos, com três repetições e parcela experimental constituída por uma área útil de 0,7m X 1,0 m, e bordadura de 0,3 m entre parcelas, área essa utilizada demonstrada na figura 2.

Os tratamentos consistiram de pulverizações quinzenais de soluções aquosas nas seguintes concentrações de óxido de silício: 0, 5, 10, 15 g L⁻¹. Como fonte de silício foi utilizado o produto comercial AgriSil®(98% de SiO₂, Agrobiológica Soluções Naturais Ltda., Atibaia-SP). As aplicações iniciaram dia 17 de setembro de 2013 a partir da formação das primeiras flores e se estenderam até o dia 31 de dezembro de 2013, totalizando 10 aplicações.



Figura 2. Local de implantação do experimento de amoreira-preta cv. Xavante

Por ser um experimento em sistema orgânico, os tratamentos com silício foram realizados complementarmente ao controle fitossanitário realizado também quinzenalmente, em semanas alternadas ao tratamento com silício, iniciado após o surgimento das primeiras

flores com os produtos utilizados nesse sistema de produção (quitosana (1%), óleo vegetal (1%), extrato de alho (2%) e óleo de neem (1%).

A colheita dos frutos foi realizada a cada dois ou três dias, no período de 09/10/2013 a 15/01/2014, sendo o estágio de maturação dos frutos para a colheita definido quando apresentavam coloração totalmente roxo-escura.

Os frutos colhidos foram separados em três épocas de colheita, sendo os dados analisados resultantes da média de três períodos.

Imediatamente após cada colheita, os frutos de cada parcela experimental foram pesados e contados. Para cada uma das três épocas de colheita, amostras de 20 frutos por parcela experimental, colhidas em uma mesma data, foram utilizados para as avaliações físico-químicas. Metade desta amostra (10 frutos por parcela) foram imediatamente destinados às análises (tempo zero). A outra metade da amostra (10 frutos por parcela experimental) foram acondicionados em embalagens de polipropileno, cobertas com filme PVC e mantidas em câmara B.O.D. a temperatura de 1°C por 8 dias mais um dia em temperatura ambiente, simulando condições de comercialização, quando também foram submetidas às análises físico-químicas.

4.3. Avaliações agronômicas e de pós-colheita

1) Produtividade: a produtividade foi calculada levando em conta a área total de cada parcela e a produção total da parcela, estes frutos colhidos foram pesados em balança analítica, modelo umark 250a, marca bel, sendo então computada massa total de frutos no ciclo, avaliados com fórmula específica para cada cultura de acordo com a densidade de plantas e valores expresso em $t\ ha^{-1}$.

2) Número de frutos por parcela: o número de frutos por parcela foram obtidos a partir do somatório frutos por área.

3) Massa médio de fruto: a massa média foi obtida por meio da razão entre a produção em gramas e o número de frutos colhidos.

4) Perda de Massa: a perda de massa calculado a partir das medições de massa inicial e final após armazenagem, em termos de porcentagem.

5) Firmeza de Polpa: a firmeza de polpa dos frutos foram mensuradas com o auxílio de penetrômetro de bancada marca Soilcontrol/USA, modelo PDF-200m, com ponteira de 2 mm, penetração de 50% e velocidade de $1\ mm\ s^{-1}$. Os resultados foram expressos em Newton (N) (SEVERO et al. 2011).

6) Sólidos solúveis: o teor de sólidos solúveis foi obtido através da leitura direta em refratômetro de bancada marca Optech modelo RMT, utilizando polpa homogeneizada (com mixer) dos frutos, obtendo-se os valores expressos em graus Brix.

7) Acidez titulável: A análise de acidez titulável foi determinada por método titulométrico, onde foram utilizadas alíquotas de 10g de polpa da fruta, completando com água destilada até completar 100 mL, sendo esta solução titulada com solução padrão de NaOH 0,1 mol L⁻¹ até que atingisse pH 8,2, metodologia essa padronizada pelo Instituto Adolfo Lutz, (2005). Os resultados foram expressos em gramas de ácido cítrico por 100g de polpa.

8) Ratio ou Relação sólidos solúveis/acidez titulável: o ratio também conhecida como índice de maturidade (SST/ATT) foi obtida por meio da razão entre os dois componentes (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

9) Compostos fenólicos: os teores de compostos fenólicos foram obtidos de acordo com metodologia de Bucic-Kojic et al. (2007), sendo este obtido através do método espectrofotométrico de Follin-Ciocalteu, onde uma amostra de 5 mL da polpa da fruta foi homogeneizada com 50 mL de etanol a 50%, em um mixer, durante 2 minutos.

Na sequência, realizou-se a centrifugação durante 5 minutos, e em seguida, foi retirada uma amostra de 0,2 mL desse extrato em tubo de ensaio, envolto em papel alumínio, adicionando-se 1,8 mL de água destilada, 10 mL de solução de Follin-Ciocalteu a 10%, entre 30 segundos a 8 minutos, adição de 8 mL de solução de carbonato de sódio (Na₂CO₃) a 7,5%. Após isso, realizou-se a agitação do tubo e a permanência da amostra no escuro por cerca duas horas. A leitura das amostras foram realizadas em espectrofotômetro a 765 nm, usando como branco todos os reagentes sem a alíquota da amostra centrifugada, sendo adicionados 1,8 mL de água destilada. O ácido gálico foi utilizado como padrão. Os resultados foram expressos em mg de equivalente ácido gálico (GAE)100 g⁻¹polpa.

10) Antocianinas: os teores de antocianinas totais foram determinados pelo método descrito por Giusti e Wroslstad (2001), com adaptações para o morango e para a amora-preta. Para a análise do teor de antocianinas inicialmente realizou-se a pesagem de cerca de 50 g de frutos. Posteriormente, a amostra foi homogeneizada durante 2 minutos com o auxílio de mixer manual com 50 mL da solução extratora (etanol 70% a pH 2,0). Posteriormente, foi realizada a transferência do conteúdo para um béquer de 250 mL e adição de mais 100 mL da solução extratora e cobertura do béquer com película flexível (parafilme). Em seguida, as amostras foram mantidas armazenadas a 4°C, durante 12 horas na ausência de luz.

Após este período, filtrou-se o material deixado em repouso, com o auxílio de funil de Büchner e bomba de vácuo e retirada de uma alíquota de 125 mL do filtrado e adição de 50

mL de solvente. Desta nova diluição foram retiradas uma alíquota de 2 mL onde posteriormente transferida para balão volumétrico de 100 mL. Onde o mesmo permaneceu por duas horas na ausência de luz. Após a o tempo de repouso da amostra foi realizada a leitura em espectrofotômetro modelo SP-2000UV Spectrum a 535 nm. Para cálculo de quantidade de antocianinas procedeu-se da seguinte maneira:

$$AT \text{ (mg } 100\text{g}^{-1}) = \frac{(\text{Abs}_{535} \times \text{VT do extrato concentrado} \times \text{VF do extrato diluído}) \times 1000}{\text{Volume da alíquota} \times \text{massa da amostra} \times E_{1\%1\text{cm}}}$$

11) Teor de ácido ascórbico: o teor de ácido ascórbico foi determinado pelo método titulométrico padrão da AOAC (1984) modificado por Benassi e Antunes (1988), onde uma alíquota de 25 g da polpa foi retirada, a qual foi adicionado 50 g de ácido oxálico 2%. Desta solução, foram transferidos 20 g para balão volumétrico de 50 mL e completado com ácido oxálico 2%. Após, a solução foi filtrada em papel filtro e retirou-se uma alíquota de 10 mL para titulação com DCFI (2,6-diclorofenol-indofenol) padronizado. Os resultados foram expressos em mg ácido ascórbico 100 g 1 polpa.

4.4. Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância estudando a interação entre os fatores, e quando significativos e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a nível de significância de 5% e submetidas à análise de regressão para o fator doses, utilizando o software SISVAR 5.3 (FERREIRA, 2010). Os frutos colhidos foram separados em três épocas de colheita, sendo os dados analisados resultantes da média de três períodos.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Produtividade e qualidade pós-colheita de frutos de morangueiro cultivados com silício.

5.1.1 Características agronômicas

O resumo das análises de variância para as avaliações de produtividade, número de frutos por parcela e massa média de frutos estão apresentados na Tabela 1. Para estas características não houve interação entre os fatores, sendo constatado apenas efeito de cultivares.

Tabela 1. Resumo das análises de variância para produtividade, número de frutos e massa média de frutos. Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2013.

F.V.	G.L.	Q.M.		
		Produtividade (t ha ⁻¹)	Número de frutos	Massa média
Cultivar	1	600,80**	358437,04**	330,03**
Dose	3	34,12 ^{ns}	4529,04 ^{ns}	6,90 ^{ns}
Cultivar x Dose	3	38,79 ^{ns}	5899,48 ^{ns}	0,84 ^{ns}
CV (%)		22,52	16,62	10,45

^{ns} Não significativo; ** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

O número de frutos, massa média e produtividade de morangueiro cultivares Albion e Aromas estão apresentadas na Tabela 2. Para estas características avaliadas houve diferenças significativas entre as cultivares.

Tabela 2. Número de frutos, massa média e produtividade de morangueiro cultivares Albion e Aromas. Guarapuava, PR - UNICENTRO, 2013

Cultivar	Número de fruto	Massa Média(g)	Produtividade (t ha ⁻¹)
Albion	235,00 b	24,44 a	23,04 b
Aromas	479,42 a	17,02 b	33,05 a

A cultivar Aromas foi estatisticamente superior a cv. Albion para as características, produtividade (t ha⁻¹) e número de frutos por parcela, o que demonstra, portanto uma superioridade produtiva em relação à cultivar Albion. No entanto, a mesma cultivar apesar de

produzir maior número de frutos, foi inferior a Albion para a característica massa média. Cabe ressaltar que frutos de maior massa e tamanho, são mais atrativos ao consumidor e conseqüentemente alcançam maiores valores de comercialização (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Segundo Conti et al. (2002), tamanho do fruto é uma característica bastante importante, sendo que frutos de tamanho grande além de tornarem a colheita e a embalagem um processo mais rápido, possuem um valor agregado para a venda, resultando assim em ganhos financeiros maiores ao produtor. A massa média superior nos frutos é uma das características esperada para a cultivar Aromas, obtendo assim maior valor comercial, principalmente para consumo *in natura*, por apresentarem além de massa média superiores, formatos e coloração bem apresentáveis aos consumidores.

Segundo estudos realizados por Nojosa et al. (2006), a aplicação de adubação silicatada pode proporcionar ganhos de produtividade, porém não observada no presente estudo.

Cada cultivar reage de uma forma em relação à absorção de silício na planta. A ação do Si em algumas plantas podem provocar aumento na produtividade em resposta as doses, o que pode estar relacionado aos seus efeitos benéficos na planta, como melhoria da arquitetura, proporcionando maiores teores de clorofila e folhas mais eretas, as quais interceptam maior luminosidade solar resultando em maior eficiência fotossintética (EPSTEIN, 2001; KORNDÖRFER e LEPSCH, 2001).

Em estudo realizado por Camargo (2011), com as cultivares Aromas e Oso Grande em relação a sistemas de produção verificou-se que, produziram os maiores frutos no sistema orgânico, com média de 8,34 g e 10,02 g, respectivamente, valores esses bem inferiores aos encontrados neste trabalho em que a massa média dos frutos da cultivar Aromas foi de 17g. Marodin (2014), em seu estudo com tomates submetidos à aplicação de silício obteve resultados semelhantes, não havendo efeito significativo para a massa média em relação à testemunha.

5.1.2. Qualidade pós-colheita

O resumo das análises de variância para as características de pós-colheita dos morangos avaliados está apresentado na Tabela 3. Houve interação entre cultivar X dose apenas quando avaliado a firmeza, para os demais fatores não houve interação para nenhuma das avaliações físico-químicas realizadas em pós-colheita. Para as características de teor de sólidos solúveis, firmeza de polpa, ácido ascórbico e acidez titulável somente houve efeito significativo para o tempo de armazenagem. Para o teor de antocianinas totais e acidez titulável houve efeito significativo para cultivar e apenas as antocianinas diferiram estatisticamente em relação as doses de silício aplicadas. Estes resultados estão de acordo com RESENDE et al., (2007), pois no que se refere às doses de silício, que embora não seja a mesma cultura do presente estudo e fosse alface, não se observou diferenças significativas para a avaliação aos 10 dias pós-colheita.

Tabela 3. Resumo da análise de variância para as características sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável, firmeza, compostos fenólicos, antocianinas e ácido ascórbico em morangos das cvs. Aromas e Albion. Guarapuava, PR - UNICENTRO, 2013.

F.V.	G.L.	Q.M.							
		PM	SS	AT	FIR	FEN	ANT	A.ASC	RATIO
Cultivar	1	6,52 ^{ns}	2,0 ^{ns}	0,12 ^{**}	2,4 ^{ns}	22,94 ^{ns}	8,40 ^{**}	377,49 ^{ns}	2,23 ^{ns}
Tempo	1	--	0,97 [*]	0,05 [*]	15,52 ^{**}	13,28 ^{ns}	1,20 ^{ns}	2840,84 [*]	23,88 ^{**}
Dose	3	5,73 ^{ns}	1,91 ^{ns}	0,05 ^{ns}	11,32 ^{**}	60,40 ^{ns}	2,00 [*]	269,77 ^{ns}	2,14 ^{ns}
Cultivar x Tempo	1	---	1,26 ^{ns}	0,002 ^{ns}	1,33 ^{ns}	18,96 ^{ns}	0,02 ^{ns}	355,50 ^{ns}	3,60 ^{ns}
Cultivar x Dose	3	1,13 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,007 ^{ns}	4,44 [*]	13,34 ^{ns}	0,34 ^{ns}	1057,88 ^{ns}	0,13 ^{ns}
Tempo x Dose	3	---	0,36 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,85 ^{ns}	8,10 ^{ns}	0,34 ^{ns}	209,73 ^{ns}	0,42 ^{ns}
Cultivar X Tempo X Dose	3	---	0,52 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,04 ^{ns}	11,63 ^{ns}	0,15 ^{ns}	305,57 ^{ns}	0,23 ^{ns}
CV(%)		17,55	18,45	9,70	14,49	13,11	9,19	25,51	18,67

PM: perda de massa; SS: sólidos solúveis; AT: acidez titulável; FIR; firmeza; FEN: compostos fenólicos; ANT: antocianinas; A.ASC: ácido ascórbico; RATIO:relação SS/AT

ns Não significativo; **, * Significativo a 1% e a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Os dados obtidos no presente estudo revelaram que a perda de massa não diferiu para nenhum dos fatores estudados.

O valor comercial do morango só é prejudicado quando a perda de massa fresca for superior a 6 % em relação ao seu peso inicial (GARCÍA et al., 1998). Sendo que, por não possuir camada superficial protetora o morango pode desidratar com maior facilidade, efeito este indesejável principalmente por prejudicar a aparência do fruto (CALEGARO et al., 2002). A aplicação do Si por compor a parede celular pode demonstrar uma tendência a diminuir o efeito de perda de água. O teor de massa perdido durante o armazenamento podem variar de acordo com o tipo, tamanho, composição, estrutura, temperatura do fruto assim como do ambiente que foi armazenado (RONQUE, 1998).

Na Figura 3 verifica-se que houve redução da firmeza da polpa após o período de armazenagem de 7,77 N para 6,63 N. A perda progressiva da firmeza ou o amaciamento da polpa ocorre como consequência natural do amadurecimento (CHITARRA e CHITARRA, 2005). A firmeza da polpa está associada à composição, estrutura e manutenção da integridade da parede celular do fruto, resultando em maior resistência ao transporte, armazenamento e manuseio (FAGUNDES e YAMANISHI, 2001).

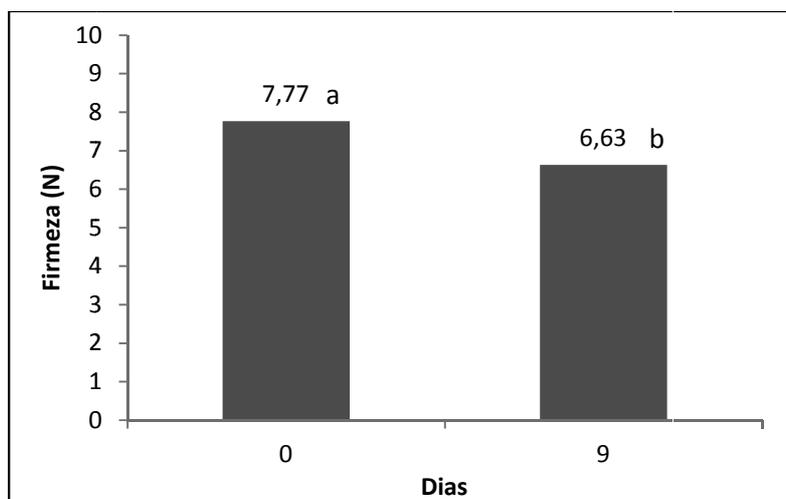


Figura 3- Firmeza de frutos do morangueiro em função da armazenagem cv. Albion e Aromas. Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2013

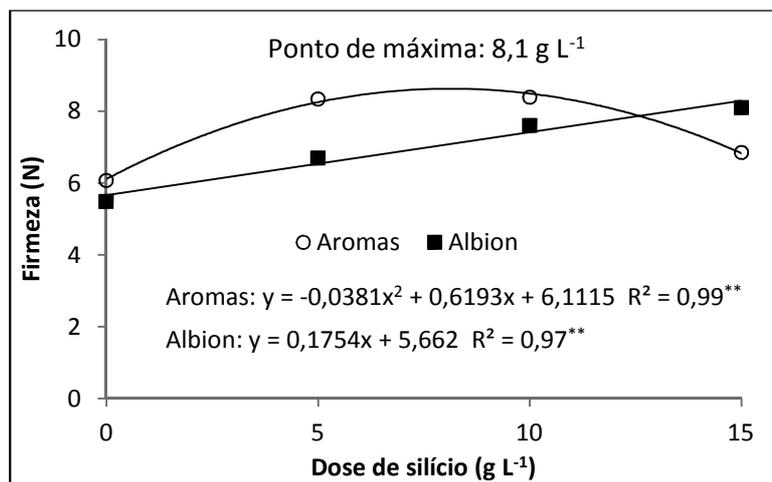


Figura 4 - Firmeza de frutos do morangueiro das cv. Albion e cv. Aromas em função da concentração de Si (g L⁻¹). Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2013.

Em pesquisa realizada por Chitarra e Chitarra (2005), frutos de morangueiro apresentavam aproximadamente 9 N de firmeza e no final do armazenamento 7,5 N, dados próximos às médias encontradas no presente estudo.

Os resultados da figura 4, foram semelhantes com os de Stamatakis et al. (2003), e Marodin, (2014), que observaram melhora na firmeza dos frutos de tomate pela adição de Si na solução nutritiva padrão que embora fosse de via diferente da aplicada ao estudo, houve diferença na firmeza dos frutos com a aplicação de Si via foliar em relação as doses aplicadas.

O teor de sólidos solúveis diferiram significativamente em função do tempo de armazenagem. Teores maiores foram observados com o aumento do tempo de armazenagem (Figura 5).

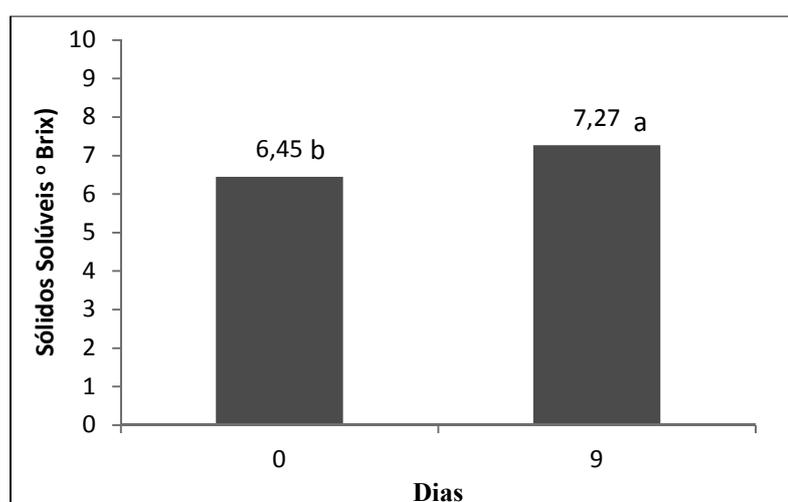


Figura 5. Média do teor de sólidos solúveis de frutos do morangueiro das cvs. Albion e Aromas em função da armazenagem. Guarapuava, PR - UNICENTRO, 2013.

Os valores referentes aos sólidos solúveis totais encontrados no presente estudo de 6,45 (tempo 0) e 7,27 (8+1 dias), obtiveram efeito significativo em relação ao aumento dos sólidos solúveis, aumento esse decorrente da transformação de compostos presentes, assim como devido a uma pequena perda de água houve também aumento da concentração das substâncias presentes, os resultados deste estudo encontram-se próximos aos obtidos por Moraes (2004), avaliando as cultivares Oso-grande e Sweet Charlie sob refrigeração a 1° C, obteve respectivamente de 7,7 (0 dia) e 8,4° Brix (8 ° dia). Silva (2007), obteve para as cultivares Oso-grande, Tudlla, Toyorrinho, valores médios de 9,31 (0 dia) e 11,38° Brix (5° dia), armazenados a 5 dias em condições ambientais.

Silva (2010), em seu estudo encontrou valores de variações semelhantes, com valores crescentes de 7,5 °Brix para 10,5 °Brix respectivamente em 6 dias de armazenamento. Os sólidos solúveis estão diretamente relacionados com o sabor “doce” da fruta, deve-se aos açúcares estes presentes em grande abundância nos sólidos solúveis (KADER, 1991). Ainda de acordo com esse mesmo autor, os teores dos Sólidos Solúveis no morango podem variar entre 4,6 e 11,9%, variações essas ocorridas de acordo com alguns fatores pré-colheita e de cultivar.

Outro atributo de qualidade avaliado foi à acidez titulável, a qual foi significativamente superior para cultivar Albion em relação à cultivar Aromas como demonstrado na figura 6.

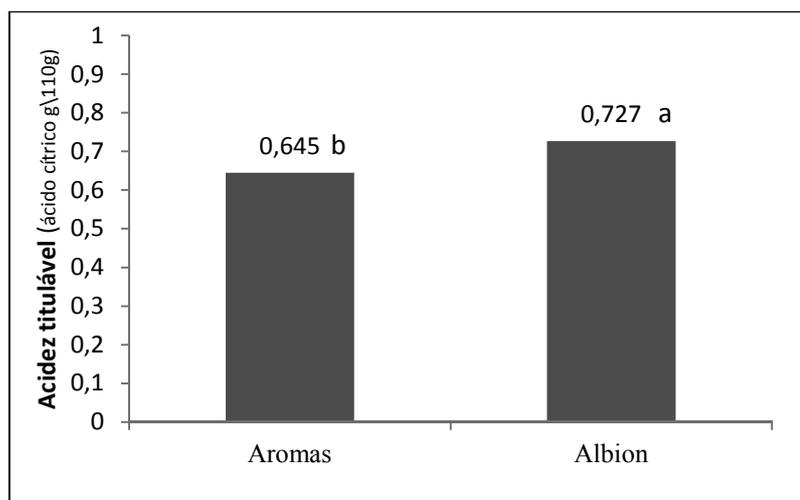


Figura 6. Acidez titulável de frutos do morangueiro em função das cultivares Albion e Aromas. Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2013

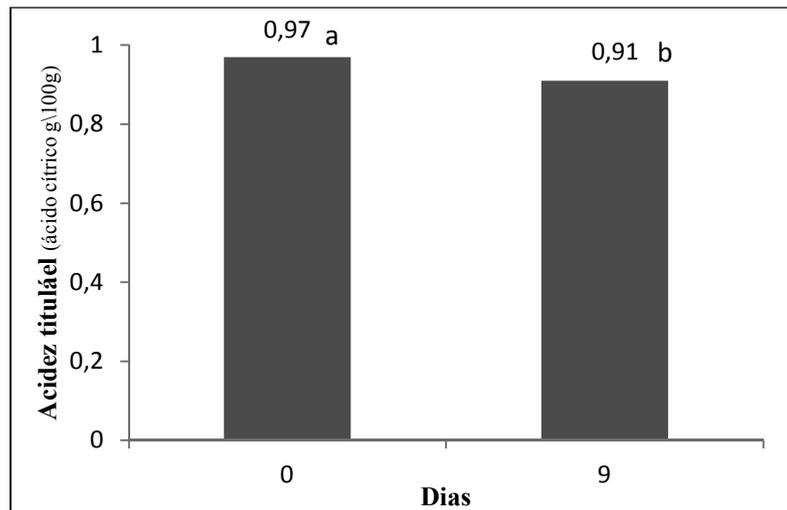


Figura 7. Acidez titulável de frutos do morangueiro das cvs. Albion e Aromas em função do tempo de armazenamento. Guarapuava, PR - UNICENTRO, 2013.

A acidez é uma característica importante no que se refere ao sabor e aroma de muitos frutos, geralmente decresce com a maturação (OLIVEIRA, 2005). Com a evolução do estágio de maturação ocorre aumento do processo respiratório e da conversão dos açúcares fazendo com que sucessivamente os teores de acidez titulável dos frutos diminuam (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

Os valores encontrados no presente estudo estão dentro da variação esperada para o morango, que é de 0,50 a 1,87 g ácido cítrico 100 g⁻¹polpa, de acordo com Kader (1991).

Malgarin et al., (2006), estudando a qualidade de morangos cv. Camarosa, verificaram redução nos teores de acidez titulável durante o armazenamento para os frutos controle, sendo este valor igual a 0,65 para o dia 0 e, 0,55g de ácido cítrico 100g⁻¹de polpa, para o 9º dia diferença essa devido principalmente aos efeitos metabólicos que ocorrem mesmo após a colheita. Berbari et al. (1998), estudando efeito de diferentes tratamentos pré-congelamento sobre a qualidade do morango cv. Chander encontraram valores de acidez titulável (AT) variando de 0,92 a 0,83g de ácido cítrico 100g⁻¹de polpa, para os frutos controle.

De acordo com Mitcham et al. (2004), o morango é considerado com boa palatabilidade e boa aceitabilidade para consumo “*in natura*” quando apresenta teores de sólidos solúveis de no mínimo 7º Brix e acidez não superior a 0,8%, próximos dos obtidos no presente trabalho.

No que diz respeito à relação de SS\AT, houve diferença apenas do tempo de armazenamento, onde teores superiores foram encontrados após o armazenamento.

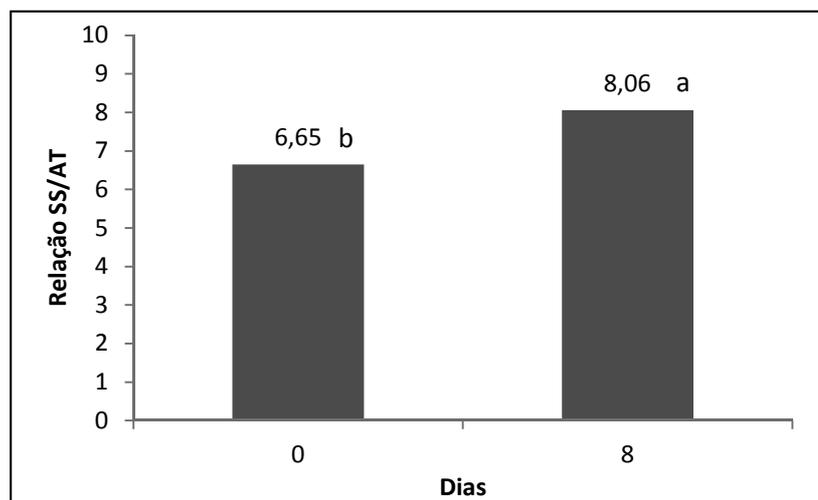


Figura 8. Relação Sólidos solúveis e Acidez titulável (SS\AT), de frutos do morangueiro em função do tempo de armazenamento. Guarapuava, PR - UNICENTRO, 2013.

Comportamento semelhante ao trabalho de Avila et al., (2012), que após o oitavo dia de armazenamento a relação ss/at mostrou-se significativa, certamente devido ao fato de que no período de armazenagem ocorrer aumento da concentração de sólidos solúveis e diminuição da acidez titulável. O ratio encontrado no presente estudo após a armazenagem de 8,06 demonstra a qualidade nutricional da fruta, com teores relativamente satisfatórios, pois segundo Costa, (2009), os índices ideais para fruta de alta qualidade, quando $SS/AT=8,75$.

Para a avaliação de compostos fenólicos nenhum dos fatores avaliados apresentou diferenças significativas, tendo alcançado a média de $37,33 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ polpa.

Dados semelhantes foram encontrados por Almeida (2012), o qual verificou teores de 29,04 e 23,4 mg GAE.g^{-1} polpa para as cv Valor e cv Cristal. Palha et al., (2012), obtiveram para a cultivar Albion valor de compostos fenólicos de $13,69 \text{ mg GAE.g}^{-1}$.

Os compostos fenólicos são os principais grupos de metabólitos secundários produzidos pelas plantas, em resposta a estresses causados por fatores edafoclimáticos ou mesmo por agressores, como insetos, microrganismos, entre outros (KEUTGEN e PAWELZIK, 2007). Esses sendo privilegiados na região de Guarapuava local do presente estudo devido as baixas temperaturas no inverno, assim como a amplitude térmica nos demais dias, (dias quentes e noites frias) encontrada desta região, que colaboram com a qualidade da coloração e supostamente uma maior concentração de fenólicos e antocianinas. Devido a isso também, esses compostos apresentam maior concentração e são mais evidentes nas camadas

mais externas do fruto apresentando coloração mais intensa e atrativa ao consumidor (SERRANO et al., 2012).

Para o teor de antocianinas na polpa de frutos de morango, houve efeito significativo no fator cultivar, sendo que Albion, apresentou teor superior ($8,94 \text{ mg g}^{-1}$) à cultivar Aromas ($8,10 \text{ mg g}^{-1}$) (Figura 9).

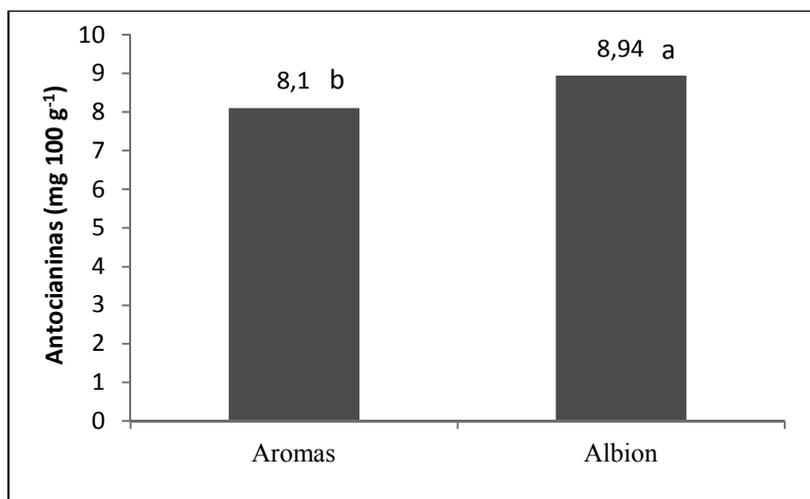


Figura 9. Teor de Antocianinas de frutos do morangueiro em função das Cultivares Albion e Aromas. Guarapuava-PR, UNICENTRO - 2013.

Estes valores são inferiores aos dados observados por Antunes et al., (2010), que constataram teores de $38,01 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ polpa em morangos da cv. Camarosa $22,6$ e $29,2 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$ polpa para as cultivares Oso Grande e Camino Real, respectivamente, assim como os observados por Camargo (2011), que avaliou diversas cultivares em dois sistemas, convencional e orgânico e nenhum resultado apresentou dados inferiores aos obtidos neste estudo.

Estudos realizados por Schwarz (2012), com a cv. Camarosa submetida à adubação potássica, em quatro épocas de colheita demonstraram valores semelhantes aos encontrados no presente estudo assim como estudo observado por Pestana-Bauer et al. (2010), que encontrou teores médios muito próximos aos encontrados no presente estudo, sendo $5,02 \text{ mg } 100\text{g}^{-1}$ polpa para morangos coletados no mercado local de Pelotas-RS e semelhantes aos encontrados por Silva et al., (2013), que pesquisando sobre a aplicação de Si, encontrou diferenças significativas na aplicação de Si via Foliar.

Além disso, houve efeito das doses de silício, independente da cultivar de morangueiro, apresentando ajuste significativo ao modelo linear, ou seja, os teores de

antocianinas apresentam elevação de acordo o aumento nos teores de aplicação de Si via foliar no morango (Figura 10).

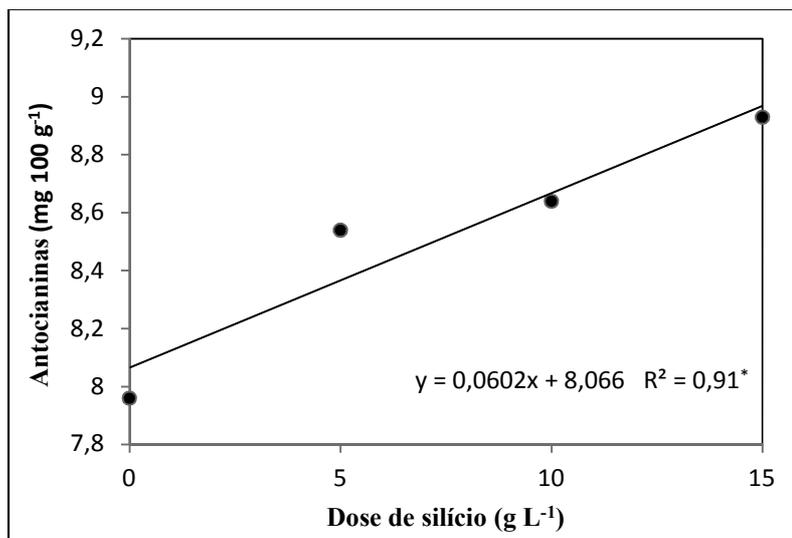


Figura 10. Teor de antocianinas de frutos de morango em função das doses de silício aplicadas via foliar em pré-colheita. Guarapuava, PR - UNICENTRO, 2013.

Valores estes encontrados na figura 10 demonstram a utilidade do silício no aumento dos teores de antocianinas, que embora não tenha encontrado valores significativos aos teores de fenólicos, mostrou-se esses significativos nas antocianinas, sendo estes compostos biotivos, que, grande importância devido aos seus efeitos na saúde do consumidor.

Para o teor de ácido ascórbico houve efeito significativo apenas para o fator tempo de armazenagem, tendo sido verificada redução após este período (Figura 11).

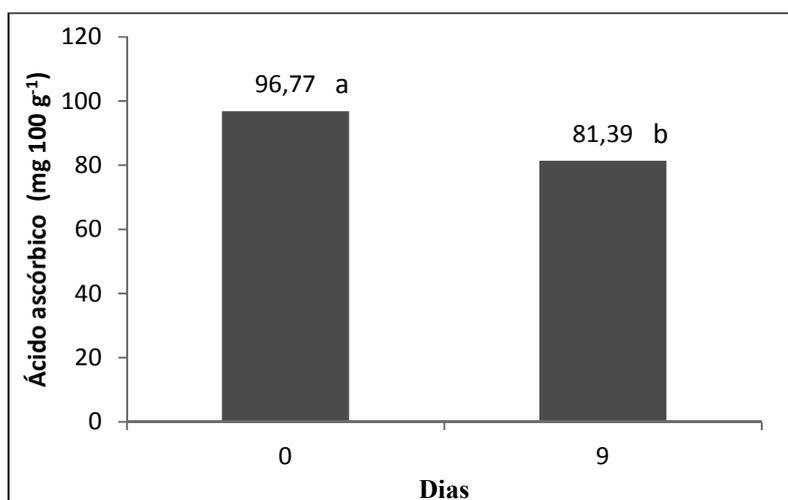


Figura 11. Teores médios de ácido ascórbico de frutos do morango em função do tempo de armazenagem. Guarapuava, PR - UNICENTRO, 2013.

Dados da literatura relativos de ácido ascórbico, demonstrado que os mesmos apresentam valores entre 39 a 89 mg 100 g⁻¹ de polpa, sendo o valor médio, para morangos, de 60 mg 100 g⁻¹ de polpa (DOMINGOS, 2000), sendo assim influenciados por diversos fatores como nível de maturação, época de colheita, variações genéticas, ações de manuseio e armazenagem na pós-colheita (SILVA et al., 2006), As vitaminas em especial o ácido Ascórbico, pode facilmente ser degradada, principalmente pela ação de temperatura, presença de oxigênio, luz, umidade, pH (AGOSTINI-COSTA 2003), os valores encontrados neste trabalho apresentam-se acima da média demonstrando que mesmo após a perda ocasionada com a armazenagem manteve ainda valores superiores ao da média relatada pela literatura.

No presente estudo foi possível observar que houve redução dos níveis ácido ascórbico após 9 dias de armazenamento, quando comparados aos avaliados no dia da colheita. Variação essa ocasionada devido à atuação direta ou indireta de algumas enzimas em sua degradação, podendo essas levar à produção de pigmentos escuros que comprometam a qualidade do produto (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

No caso do ácido ascórbico sua degradação está relacionada com diversos fatores como: oxigênio, pH, luz, temperatura, umidade ou atividade de água, diferenças genótípicas, condições climáticas na pré-colheita e práticas culturais, métodos de colheita e maturação, e pode sofrer variações de acordo com o processamento e manipulação pós-colheita (LEE e KADER, 2000; GABAS, 2003).

As cultivares avaliadas apresentaram teores de ácido ascórbico superiores aos encontrados por Malgarim et al. (2006), (54,47 mg 100ml⁻¹) e abaixo dos valores encontrados por Rocha et al. (2008), 45 mg 100ml⁻¹ para a cultivar Aromas.

Sendo que pode-se observar no presente experimento para a região, clima e solo de Guarapuava-PR, a cultivar Aromas demonstrou maior produtividade, e teores menores de acidez titulável, sendo essa reduzida diferentemente da cultivar, quando armazenada em refrigeração e submetidas a temperatura ambiente posteriormente.

A aplicação do mineral (Si) mostrou-se eficiente quando avaliado os teores de firmeza, em ambas as cultivares do morangueiro, sendo essa de grande importância principalmente por contribuir para que distâncias maiores sejam feitas para comercialização, sem que seja prejudicada a qualidade nutricional e visual do morango. A refrigeração utilizada em 8 dias e o período de um dia imitando as características da prateleira demonstram uma diminuição de maioria das qualidades nutricionais dos frutos, sendo que indica-se o consumo mais imediato quando o objetivo é manter as vitaminas hidrossolúveis termo sensíveis.

5.2. Cultura da Amoreira-preta

5.2.1 Características agronômicas

O resumo das análises de variância para as avaliações de produtividade, número de frutos por parcela e massa média de frutos são apresentados na Tabela 4. Pelos resultados apresentados verificou-se que não houve efeito significativo em nenhuma das avaliações realizadas.

Tabela 4. Resumo da análise de variância para as avaliações de produtividade, número de frutos por planta e massa média de frutos . Guarapuava, PR - UNICENTRO, 2014.

F.V.	G.L.	Q.M.		
		Produtividade (t ha ⁻¹)	Número de frutos	Massa Média
Dose	3	0,98 ^{ns}	2482,88 ^{ns}	2,71 ^{ns}
Bloco	2	0,49 ^{ns}	11000,3 ^{ns}	5,41 [*]
CV (%)		16,26	18,04	14,56

^{ns} Não significativo; ^{*}Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

No presente estudo a produtividade encontrada foi de 5,7 t ha⁻¹, demonstrando um alto potencial produtivo da cultivar. Valores esses próximos ao encontrado por Pereira (2008) 5,9 t ha⁻¹, em seu estudo na região de Pelotas. Em Jundiaí-SP, a cv. Ébano apresentou produtividade variando de 1,8 a 2.9 t ha⁻¹, em função do ano agrícola, independente do espaçamento de plantio (MARTINS e PEDRO, 1999). Moore et al. (2004), verificaram que em condições de solo com baixa fertilidade cv. Xavante apresentou produtividade entre 2,6 a 2,7 t ha⁻¹,

No presente trabalho não houve efeito de silício na produtividade da amoreira-preta, contrariando com os resultados de Datnoff et al., (2001), que embora não fosse para a mesma cultura verificaram que a aplicação de silício em arroz irrigado, durante o período de 1992-1996, mediante análise dos resultados de 23 experimentos de campo, promoveu um aumento médio de 1.007 kg ha⁻¹, na produção de grãos, nas parcelas que receberam Si, na forma de silicato de Ca e Mg. Relatos semelhantes para esta mesma cultura foram feitos por Barbosa Filho et al,(2001).

A massa média de frutos encontrados no presente experimento foi de 5,53g, tamanho bom quando se refere a comercialização, e dentro das médias encontradas por outros pesquisadores para a mesma cultivar, inclusiva para a mesma região de estudo.

Pereira et al. (2008), em sua pesquisa em São Mateus do Sul-PR obtiveram resultados de massa média de fruto de 4,60g para a cv. Xavante, os quais foram inferiores aos do presente estudo. Raseira et al. (2004), em seus estudos obtiveram a massa média das frutas da cv Xavante em torno de 6g. Moore et al.(2004) caracterizaram os frutos da cv. Xavante como tendo entre 5,7 e 6,1g, Botelho et al. (2009), obtiveram massa média das frutas da amora-preta cv. Xavante em Guarapuava-PR de 5,1 e 4,7g, em 2005 e 2006, respectivamente.

5.2. Qualidade pós-colheita

O resumo das análises de variância para as características pós-colheita avaliadas é apresentado na Tabela 5. Não houve interação entre os fatores, apenas efeitos isolados do tempo de armazenagem e das doses de silício. Independente do período de armazenagem as doses de silício apresentaram significância para os resultados de teor de sólidos solúveis, firmeza da polpa e teor de ácido ascórbico. O período de armazenagem refrigerada influenciou a acidez titulável e a firmeza de polpa.

Tabela 5. Resumo da análise de variância para as características: sólidos solúveis, acidez titulável, relação sólidos solúveis/acidez titulável, pH, compostos fenólicos, antocianinas e ácido ascórbico. Guarapuava, PR - UNICENTRO, 2014.

F.V.	G.L.	Q.M.							
		PM	SS	AT	FIR	FEN	ANT	A.ASC	RATIO
Tempo	1	-	0,84 ^{ns}	0,09 ^{**}	4,49 [*]	12217,59 ^{ns}	84,33 ^{ns}	15,47 ^{ns}	10,25 ^{**}
Dose	3	0,80	1,46 [*]	0,01 ^{ns}	3,66 [*]	26984,30 ^{ns}	62,36 ^{ns}	583,84 ^{**}	3,51 [*]
Tempo x Dose	3	--	0,29 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,29 ^{ns}	24515,70 ^{ns}	11,97 ^{ns}	8,49 ^{ns}	0,56 ^{ns}
CV (%)		27,05	5,18	7,64	7,11	32,55	6,46	23,8	10,52

PM: perda de massa; SS: sólidos solúveis; AT: acidez titulável; SS/AT: relação entre sólidos solúveis e acidez titulável; FEN: compostos fenólicos; ANT: antocianinas; A.ASC: ácido ascórbico.

ns Não significativo; **, * Significativo a 1% e a 5% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

No presente trabalho a maior perda de massa após a armazenagem por 9 dias em relação à massa inicial foi de cerca de 9%, muito inferior aos dados encontrados no estudo de Basiouny (1995), no qual amoreira-preta das cultivares diferentes ao presente estudo, armazenadas durante três semanas sob condições de 2°C e 95% UR apresentaram, após armazenamento, perdas equivalentes a 49 e 22% da massa inicial o que pode contribuir para que ocorra um aumento da firmeza após o período de armazenagem apresentados na Figura 12.

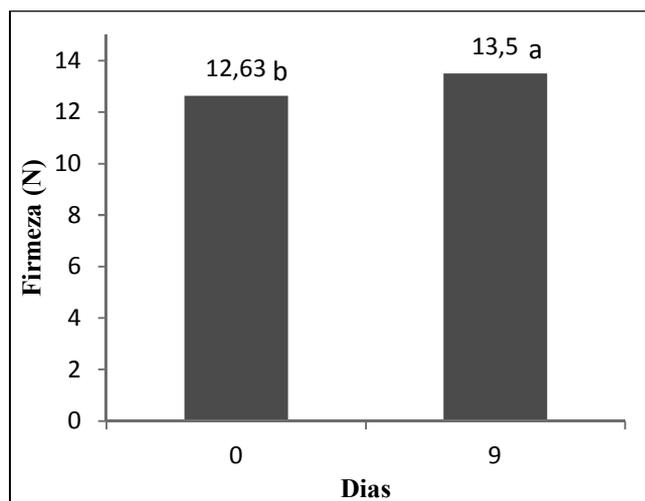


Figura 12. Firmeza da polpa de amora-preta cv. Xavante em função do tempo de armazenagem. Guarapuava,PR - UNICENTRO, 2014.

Em relação ao armazenamento da amora-preta (figura 12), pode-se observar que houve um aumento da firmeza, embora o resultado esperado segundo a literatura fosse outro pois, a textura sofre alterações durante o amadurecimento e armazenagem do fruto, pois durante o processo de amadurecimento ocorre principalmente perda excessiva de água e modificações na lamela média e parede celular devido à grande atividade enzimática (KLUGE; NACHTIGAL, 1997), sendo assim novos estudos a respeito da aplicação de silício em amoras e armazenagem resfriada devem ser realizados para elucidar o fato. Em morango e amora-preta a firmeza é o principal fator na qual se utiliza para determinar a qualidade do fruto e a sua vida de prateleira (GARCÍA et al., 1998).

Verificou-se efeito linear positivo para a firmeza de polpa em função das doses de silício (Figura 13), independente do período de armazenagem, isso pode estar ligado a fisiologia de ação do mineral Si, visto que o mesmo é acumulado nos tecidos das plantas, e depositado principalmente na parede celular, aumentando a rigidez das células, (ADATIA e BESFORD, 1986) e criando “barreiras mecânicas” por meio de mudanças na anatomia, como

células epidérmicas mais espessas e um grau maior de lignificação e/ou silicificação. A sílica localizada na parede celular, têm efeitos notáveis sobre as propriedades físicas (EPSTEIN, 1994; MARSCHNER, 1995).

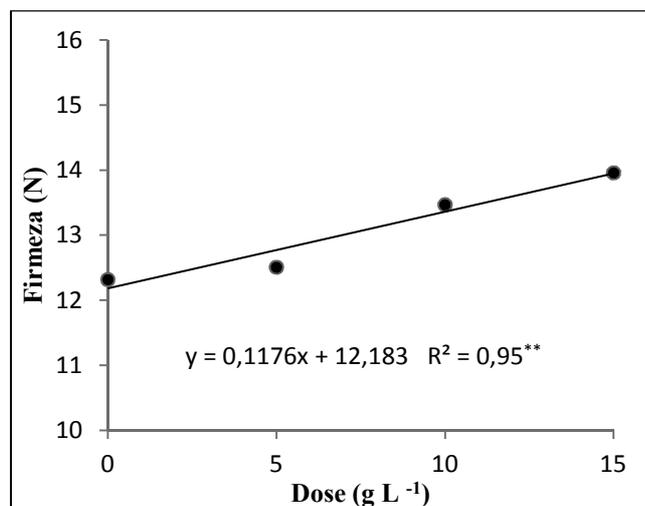


Figura 13. Firmeza da polpa de amora- preta cv. Xavante em função das doses de silício aplicado via foliar em pré-colheita. Guarapuava, PR - UNICENTRO, 2014.

Tais propriedades foram encontradas no presente estudo, e estão de acordo com Stamatakis et al. (2003) que observaram em seu estudo com tomates, que a firmeza dos frutos foram reforçadas pelo acréscimo de Si na solução nutritiva padrão.

Pulz et al. (2008), em estudo com a aplicação de silício, observaram que seu uso resultou em células mais túrgidas ao estar relacionada também com uma melhor condição hídrica da célula, contribuindo para o alongamento celular e promovendo o aumento a resistência mecânica dos tecidos da batata.

Para o teor de sólidos solúveis em amora-preta cv. Xavante, houve efeito quadrático em função de doses, (Figura 14), onde o ponto de máxima foi de 9,7 g L⁻¹ indicando assim a melhor dose a ser aplicada para as condições do presente estudo.

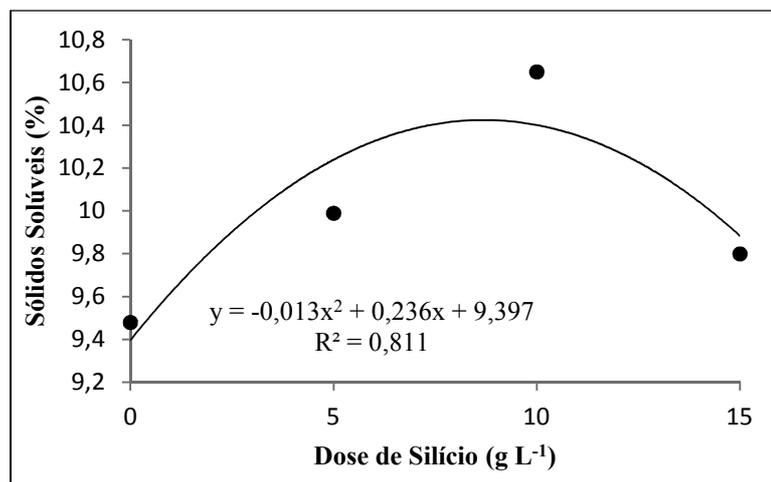


Figura 14. Teor de sólidos solúveis em frutos de amora-preta cv. Xavante tratados em pré-colheita com silício. Guarapuava, PR - UNICENTRO, 2014.

Pereira et al.,(2008), em seu estudo obtiveram teores de sólidos solúveis para a cultivar Xavante de 9,09 °Brix na região de Guarapuava, valores estes, próximos aos encontrados neste experimento para a região de Guarapuava. Raseira (2004) caracterizou o teor de sólidos solúveis em frutos de amoreira-preta, na região de Pelotas-RS, e de 8 °Brix para a cv. Xavante. Moore (2004) caracterizou o teor de sólidos solúveis da cv. Xavante como variando de 6,5 a 8 °Brix, valores baixos em relação aos verificados neste experimento para a mesma cultivar. Souza, et al, 2013, encontrou valores que variaram de 7, 46 a 9,74 para a mesma cultivar.

O resultado observado no presente trabalho está de acordo com o relatado por Marodim (2011), que também estão de acordo com os encontrados por Stamatakis et al. (2003), que embora não fosse a mesma via de fornecimento do presente estudo pode-se verificar que o teor de sólidos solúveis em frutos de tomateiro convencional e de cultivo hidropônico, foi significativamente aumentado mediante aplicação de Si via adubação.

A aplicação de Si ocasiona melhoria da arquitetura das plantas, que se desenvolvem com folhas mais eretas facilitando a interceptação dos raios solares. O aumento na taxa fotossintética das plantas contribui para aumentar a quantidade total de fotoassimilados produzidos durante a fotossíntese (TAIZ e ZEIGER, 2004), porém doses mais elevadas para a cultura não mostrou-se eficaz, indicando assim a melhor dose através da equação.

Para as análises de acidez titulável da polpa de amora-preta cv. Xavante, houve apenas efeito do tempo, tendo sido observado redução significativa após oito dias de armazenagem refrigerada.

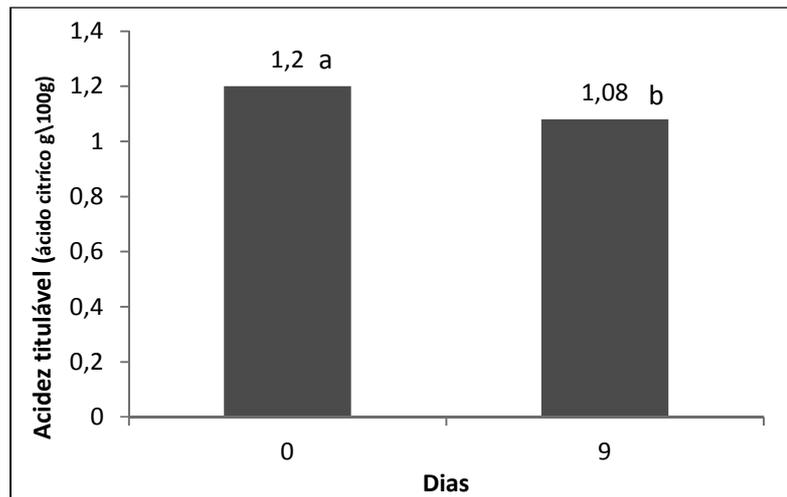


Figura 15. Acidez titulável da polpa de amora-preta cv. Xavante em função do período de armazenagem refrigerada. Guarapuava,PR - UNICENTRO, 2014.

Ciesielska e Malusà (2000) apresentaram um intervalo de acidez titulável de frutos para amoreiras-preta cultivadas na Itália de 0,43 a 1,63%, sendo que os percentuais de acidez encontrados nesse experimento ficaram dentro desta faixa.

Em estudo realizado por Pereira, (2008) foi obtido 0,94 % de acidez para a cultivar Xavante. Já Campagnolo (2013), encontrou valor superior (2,3 %) ao do presente estudo, quando avaliadas várias cultivares de Amora-preta cultivados na região de Marechal Candido Rondon.

Como pode se observar na Figura 16, a relação entre os sólidos solúveis e a acidez titulável aumentou com o período de armazenagem, essa relação (SS\AT) indica o equilíbrio entre esses dois componentes, forma essa utilizada para determinar o sabor, especificando o teor mínimo de sólidos solúveis (açúcares) e o máximo de acidez do fruto a ser consumido (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

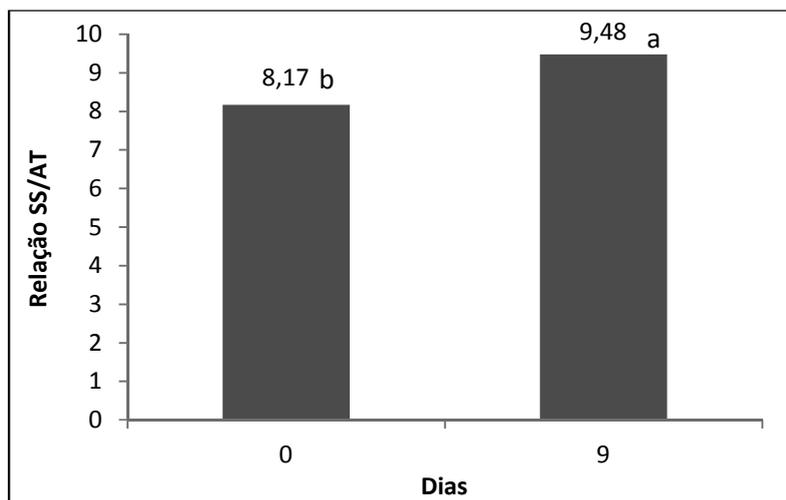


Figura 16 . Relação SS\AT da polpa de amora-preta cv. Xavante em função do período de armazenagem refrigerada. Guarapuava, PR - UNICENTRO, 2014.

No presente trabalho foram encontrados valores que variaram de 8,17 a 9,42 (tempo 0 e 9 dias), resultados semelhantes aos obtidos por Souza (2013), que avaliando as características pós colheita obteve respectivamente 3,16 a 7,98, sendo estes últimos, os valores dos frutos 100% pretos ao final do período de análises.

Resultados semelhantes aos encontrados por Perkins-Veazie et al., (1999), onde houve acréscimo dos teores da relação SS\AT durante o armazenamento dos frutos de amoras de quatro diferentes cultivares, a 2 °C por sete dias.

Para os teores de compostos fenólicos e antocianinas as médias verificadas não houve efeito significativo. Relatos da literatura encontrado em pesquisas realizadas EMBRAPA CLIMA TEMPERADO (2008), demonstraram uma variabilidade nos teores de compostos fenólicos totais em amora-preta de 261,95 a 929,62 mg de equivalente de ácido gálico 100g⁻¹ de fruta fresca, valores esses semelhantes ao presente estudo, cuja média situou-se em 778mg de ácido gálico 100g⁻¹. Esta variação de teores pode estar relacionada a diferença de metodologias empregadas na extração da amostra para a determinação dos fenóis totais assim como variações de acordo a cultivar, safra, clima e localização das plantas (JACQUES e ZAMBIAZI, 2011).

O teor médio de antocianinas em frutos de amoreira-preta cv. Xavante encontrado no presente estudo foi de 88 mg 100g⁻¹, resultados semelhantes ao encontrado por Jacques et al. (2007), em estudo que visava a quantificação de fenóis e antocianinas em frutos das cultivares Xavante e Tupy e onde o teor médio da cv. Xavante foi de 90,4 mg 100g⁻¹.

Segundo Chérif et al., (1994) e Datnoff e Ávila (2005), plantas tratadas com Si terão maior produção de mecanismos de defesa: fenóis (mamilolactonas) esses vindo a contribuir atrasando o desenvolvimento de fungos e, conseqüentemente, os sintomas da doença, porém não observado no presente estudo.

Que vem ao encontro do trabalho obtido por Ferreira (2006), em que as plantas de soja tratadas com silício tiveram uma porcentagem de compostos fenólicos inferior aos que receberam o mineral.

Os teores de ácido ascórbico das amoras observadas no presente estudo (31,04 mg 100 ml⁻¹) encontraram-se acima dos verificados por alguns estudos. Suzuki (2013), obteve média de 5,63 mg 100mL⁻¹ de suco, diferente das encontradas por Araújo (2008), cujo valor foi de 11,06 mg ácido ascórbico 100 g⁻¹ de néctar de amora.

Tal fato se deve aos diferentes métodos utilizados para a determinação do teor de ácido ascórbico. Além disso, os teores de vitaminas podem sofrer variações dependendo de alguns fatores principalmente relacionados à espécie, estágio de maturação, época da colheita, variações genéticas, e condições submetidas após a colheita até o momento do consumo (SILVA et al., 2006).

Resultados esses diferentes dos encontrados por Marodin (2014), em seu experimento de tomates com aplicação de Si, onde obteve uma função quadrática em relação aos teores de ácido ascórbico e as doses aplicadas. O silício pode ter vindo a contribuir visto que, possui atribuições de aumentar a resistência de planta a diversos patógenos, principalmente através das alterações estruturais e metabólicas proporcionadas pela aplicação do mineral (WANG e GALLETTA, 1998).

Os teores apresentaram decréscimo linear de acordo com o aumento da dose de Si aplicado via foliar (figura 17).

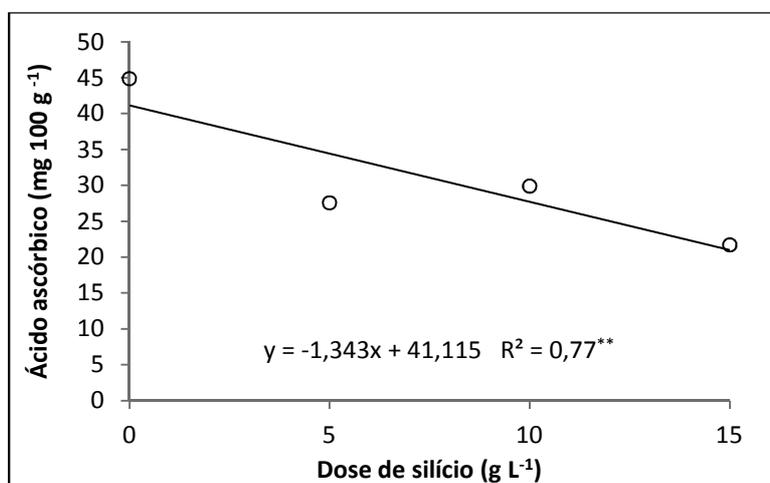


Figura 17. Teor de ácido ascórbico de Frutos por parcela em função de doses de Si (g L⁻¹). Guarapuava, PR – UNICENTRO, 2014.

As plantas possuem um metabolismo extremamente eficiente, sobretudo no que diz respeito a sua defesa (TAIZ e ZEIGER, 2009). Este metabolismo tem sido responsável pelos altos níveis e a grande variedade de compostos com capacidade de neutralizar os radicais livres, como os de origem fenólica, responsáveis estes principalmente pela atividade antioxidante dos frutos (ZAICOVSKI, 2008). Esses compostos, na sua grande maioria, são produzidos como mecanismo de defesa e de proteção das células vegetais contra estresses bióticos e abióticos (FAN et al., 2012), sendo que com a ação do silício teores menores de compostos secundários da planta necessitaram ser produzidos.

De maneira geral, a cultivar em estudo (Xavante), apresentou boa adaptação na região em estudo, boa produção, frutos bem apresentáveis para comercialização, além de serem de fácil manuseio por não apresentar espinhos, o que difere da maioria das demais cultivares. A aplicação de silício mostrou-se eficaz aumentando a firmeza da amora-preta com sua aplicação, sendo essa importante quando se deseja manter a boa aparência do produto para comercialização.

6. CONCLUSÕES

- 1-) A Cultivar de morangueiro Aromas mostrou-se superior em relação à produtividade e números de frutos em relação à cultivar Albion, que por sua vez apresentaram frutos maiores e com maior teor de sólidos solúveis e antocianinas, mais próprios para o consumo *in natura*.
- 2-) A armazenagem dos morangos em baixas temperaturas levaram à perda qualitativa em relação aos teores de ácido ascórbico, enquanto que as aplicações de silício promoveram a melhoria do teor de antocianinas.
- 3-) A armazenagem refrigerada de frutos de amora-preta por 8 dias de armazenamento em temperatura refrigerada a 1 ° +1 dia em temperatura ambiente levou à redução da acidez titulável da polpa.

4-) A aplicação de silício via foliar em pré-colheita propiciou alterações na qualidade pós-colheita de frutos e amora-preta cv. Xavante, incluindo aumento da firmeza da polpa, do teor de sólidos solúveis e redução do teor de ácido ascórbico.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, C. M. P.; CARVALHO, V. D. de; GONÇALVES, N. B. Cuidados pós-colheita e qualidade do abacaxi para exportação. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 19, n. 195, p. 70-72, 1998.

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

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. ANVISA. (Brasil). Alimentos. Comissões e Grupos de Trabalho. Comissão Tecnocientífica de Assessoramento em Alimentos Funcionais e Novos Alimentos. Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos. Atualizado em 11 de janeiro de 2005. VIII-Lista das Alegações Aprovadas. Disponível em: <<http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno.htm>>. Acesso em: 1 set. 2014

AGOSTINI-COSTA, T.S.; ABREU, L. N.; ROSSETTI, A. G. Efeito do congelamento e do tempo de estocagem da polpa de acerola sobre o teor de carotenóides. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.1, p. 60-66, abr. 2003.

ALMEIDA, L.H. **Efeito de diferentes práticas culturais, datas de colheita e estabilidade durante conservação sob congelamento**. 83p. 2013. Dissertação de mestrado. Instituto de Agronomia. Universidade Técnica de Lisboa

AMARO, M.C.C. **A cadeia produtiva agro-industrial do morango nos municípios de Pelotas, Turucu e São Lourenço**. 2002. 105p. Dissertação (Mestrado em Administração). Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, 2002

ANDERSEN, O.M.; JORDHEIM, M. The anthocyanins. In: ANDERSEN, O.M.; MARKHAM, K.R. **Flavonoids: Chemistry, Biochemistry and applications**. Boca Raton: CRC Press, 2009. p.471-551.

ANDERSEN, P. C.; CROCKER, T. E. Blackberry and raspberry. Gainesville: Department of Horticultural Sciences, **Institute of Food and Agricultural Sciences**, University of Florida University of Florida, 2008. 8 p. Disponível em: <http://edis.ifas.ufl.edu/document_hs104>. Acesso em: 02 set. 2010.

ANDRIOLO, J.L.; JÄNISCH, D.I.; OLIVEIRA, C.S.; COCCO, C.; SCHMITT, O.J.; CARDOSO, F.L. Cultivo sem solo do morangueiro com três métodos de fertirrigação. **Ciência Rural**, v.39, n.3, p.691-695, 2009.

ANGELO, P. M.; JORGE, N. Compostos fenólicos em alimentos – Uma breve revisão. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, v. 66, n. 1, p. 1-9, 2007.

ANTONIOLLI, L. R. Boas práticas na cultura do morangueiro. **Série Agronegócios, SEBRAE/ RS**, Porto Alegre/ RS, 2007.

ANTUNES, L. E. C. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32,n.1,p.151-158, 2002.

ANTUNES, L. E. C. Aspectos técnicos da cultura da amora-preta. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 2004.

ANTUNES, L.E.C.; DUARTE FILHO, J. SOUZA, C.M. de Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n. 3, p. 413-419, 2003.

- ANTUNES, L.E.C.; DUARTE FILHO, J.D.; CALEGARIO, F.F.; COSTA, H.; REISSER JUNIOR, C. Produção integrada de morango no Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.236, p.34-39, 2007.
- ANTUNES, L.E.C.; RISTOW, N.C.; KROLOW, A.C.R.; CARPENEDO, S.; REISSER JÚNIOR, C. Yield and quality of strawberry cultivars. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.28, p.222-226, 2010.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA 2012. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2012.
- ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Gazeta do Sul, 2014
- ARAÚJO, P.F.; RODRIGUES, R.S.; MACHADO, A.R.; SANTOS, V.S.; SILVA, J.A. Estabilidade de antocianinas e ácido ascórbico em néctar de amora-preta (*Rubus spp.*) submetido a armazenamento congelado. In X Encontro da pós-graduação da Universidade Federal de Pelotas (UFPel), Pelotas, novembro de 2008.
- ÁVILA, F.W. et al. Growth, phosphorus status, and nutritional aspect in common bean exposed to different soil phosphate levels and foliar-applied phosphorus forms. **Scientific Research and Essays**, Lagos, v.7, n.25, p.2195-2204, 2012.
- BARBOSA FILHO, M.P. et al. Silicato de cálcio como fonte de silício para o arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.325-30, 2001.
- BASIOUNY, F.M. Ethylene evolution and quality of blackberry fruit as influenced by harvest time and storage intervals. **Acta Horticulturae**, Kyoto, n.398, p.195-203, 1995.
- BENASSI, M.T.; ANTUNES, A.J. A comparison of methaphosphoric and oxalic acids as extractant solutions for the determination of vitamin C in selected vegetables. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.31, p.507-513, 1988.
- BERBARI, S. A. G.; NOGUEIRA, J. N.; CAMPOS, S. D. da S. Efeito de diferentes tratamentos pré-congelamento sobre a qualidade do morango var. Chandler congelado. **Ciência e Tecnologia Alimentos**, Campinas v. 18, n. 1, jan/abr. 1998.
- BLAICH, R. e GRUNDHÖFER, H. **Silicate incrusts induced by powdery mildew in cell walls of different plant species**. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz* 105:114-120. 1998.
- BORDIGNON JUNIOR, C.L. **Análise química de cultivares de morango em diferentes sistemas de cultivo e épocas de colheita**. 2008. 144p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, RS, 2008.
- BOTELHO, R. V.; PAVANELLO, A. P.; BROETTO, D.; SCISLOSKI, S. F.; BALDISSERA, T. C. Fenologia e produção da amoreira-preta sem espinhos cv. Xavante na Região de Guarapuava-PR. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.10, n.3, p.209-214, 2009.

BRACKMANN, A.; FREITAS, S. T.; MELLO, A.; NEUWALD, D. A. Efeito da temperatura de armazenamento sobre a qualidade do morango cultivar Oso Grande. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 8, n. 1, p. 77-78, jan-abr. 2002.

BRACKMANN, A.; SAQUET, A.A.; CERETTA, M.; STORCK, L. Armazenamento de nêspas (*Eriobotrya japonica* Lindl.) cv. Mizuho em atmosfera modificada. **Revista Científica Rural**, Bagé, v.9, p.18-24, 2004.

BUCIC-KOJIC, A.; PLANINIC, M.; SRECKO, T.; BILIC, M.; VELIC, D. Study of solid-liquid extraction kinetics of total polyphenols from grape seeds. **Journal of Food Engineering**, Davis, v.81, p.236-242, 2007.

CALEGARO, J.M.; PEZZI, E.; BENDER, R.J. Utilização de atmosfera modificada na conservação de morangos em pós-colheita. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1-6, 2002.

CAMARGO, L.K.P.; RESENDE, J.T.V.; TOMINAGA, T.T.; CAMARGO, C.K.; KURCHAIT, S.M.; FIGUEIREDO, A.S. Postharvest quality of strawberry fruits produced in organic and conventional systems. **Horticultura Brasileira (Impresso)**, v. 29, p. 577-583, 2011.

Produtividade e qualidade de cultivares de morangueiro em sistemas orgânico e convencional na região de Guarapuava-PR. 2008. 97p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR, 2008.

CAMILO, S. M. B. et al. Vigilância nutricional no Brasil: criação e implementação do SISVAN. **Revista APS**, Juiz de Fora, v. 14, n. 2, p. 224-228, 2011.

CAMPAGNOLO, M.A. *Enraizamento de estacas, sistemas de poda e seleção de cultivares de amoreiras e framboesiras para regiões subtropicais.* 98p. 2013. Tese (Doutorado em agronomia). Universidade Estadual do Oeste Paraná - Campos Marechal Candido Rondon.

CANTILLANO, R. F. F. Sistema de produção do morango - Sistema de produção, nov. 2005. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em 03/10/2014.

CANTILLANO, R. F. F. Manuseio pós-colheita de morangos. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 36p. (Documentos 318)

CARVALHO, S.P de (Coord.). **Boletim do morango:** cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico. Belo Horizonte: FAEMG, 2006. p.97-05.

CARRATU, E.; SANZINI, E. Sostanze biologicamente attive presenti negli alimenti di origine vegetable. **Annali dell'Istituto Superiori di Sanità**, v.41, n.1, p.7-6, 2005.

CARVALHO, (2011). In: Zawadneak, M.A.C, Schuber, J.M, Mógor, A.F. **Como Produzir Morangos**, Editora UFPR. p. 30-70, 2014.

CARVALHO, V. D. de. Qualidade e conservação pós-colheita de goiabas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 17, n. 179, p. 48-54, 1994.

CASTILLO PIZARRO, C.A. **Avaliação de morangos submetidos a resfriamento rápido e armazenamento em diferentes embalagens e temperaturas.** 2009. 74p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 2012.

CAVIGLIONE, J.H.; L.R.B.; KILHL, P.H.; CARAMORI, D.; OLIVEIRA, L. PUGSLEY, A. **Cartas climáticas do Paraná.** 2000. IAPAR (CD-ROM).

CENTRAIS DE ABASTECIMENTO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL CEASARS. Preço amora-preta. Mensagem recebida por: <lbattilio@aluno.feis.unesp.br>. em:14 mar. 2012. (mensagem pessoal).

CHAGAS, E.A.; PIO, R.; BARBOSA, W.; DALL `ORTO, F.A.C.; MENDONÇA, V. Amora-preta: a pequena fruta com elevado potencial de cultivo. 2007. Acesso em 10 de agos 2013. Disponível em:http://www.infobibos.com/Artigos/2007_2/amora/index.htm.

CHERIF, M, J. G. Menzies, D. L. Ehret, C. Bogdanoff, and R. R. Belanger. 1994. Yield of cucumber infected with *Pythium aphanidermatum* when grown with soluble silicon. **HortScience**. Québec, 29(8):896-897.

CHIM, J. F. **Caracterização de compostos bioativos em amora-preta (*Rubus* sp.) e sua estabilidade no processo e armazenamento de geleias convencional e light.** 2008. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2008.

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

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio.** Lavras: ESAL-FAEPE, 1990.

CIESIELSKA, J.; MALUSÀ, E. La coltivazione dei piccoli frutti: lampone, rovo, ribes, uva spina, mrtilo gigante e aronia. Calderini-edagricole. Bologna: **Edagricole**, 2000. 457 p.

CLARK, J.R.; FINN, C.E. New trends in blackberry breeding. **Acta Horticultura**, v.777 p.41-48, 2008.

CONTI, J. H.; MINAMI, K.; TAVARES, F. C. A. Produção e qualidade de frutos de morango em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n.1, p. 10-17, mar 2002.

CORDENUNSI, B.R.; GENOVESE, M.I.; NASCIMENTO, J.R.O.; HASSIMOTTO, N.M.A.; SANTOS, N.M.A.; LAJOLO, F.M. Effects on the temperature on the chemical composition and antioxidant activity of three strawberry cultivars. **Food Chemistry**, v.91, p.113-121, 2005.

COSTA, F.B. **Fisiologia e conservação de cultivares de morangos inteiros e minimamente processado.** 115f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) - Curso de Pós-graduação em Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa, MG.2009.

COSTA, R. C. da. **Ecofisiologia, rendimento e qualidade de morangueiro de dias neutros cv. Albion em diferentes substratos.**150 p. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) -

Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.2012.

COSTA, R. R.; MORAES, J. C.; ANTUNES, C. S. Resistência induzida em trigo ao pulgão *Schizaphisgraminum* (hemiptera: aphididae) por silício e acibenzolar-s-methyl. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n., p.393-397, 2007

DATNOFF, L. E.; KORNDÖRFER, G. H.; SNYDER, G. H. Silicon in Agriculture. Elsevier Science B.V., Amsterdam, the Netherlands, 424p. (Vol. 8, book series Studies in Plant Science), 2001.

DATNOFF, L.E.; AVILA, F.R. The role of silicon in suppressing rice diseases. **APSnet Feature**, February, 2005.

DAVEY, M.W.; MONTAGU, M.V.; INZÉ, D.; SANMARTIN, M.; KANELIS, A.; SMIRNOFF, N.; BENZIE, I.J.J.; STRAIN, J.J.; FAVELL, D.; FLETCHER, J. Plant L-ascorbic acid: chemistry, function, metabolism, bioavailability and effects of processing. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.80, p.825-860, 2000.

DOMINGUES, D.M. **Efeito da radiação gama e embalagem na conservação de morangos ‘Toyonoka’ armazenados sob refrigeração**. 2000. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Escola Superior de Agricultura Luís de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

DUARTE FILHO, J.; CUNHA, R.J.P; ALVARENGA, D.A.; PEREIRA, G.E.; ANTUNES, L.E.C. Aspectos do florescimento e técnicas empregadas objetivando a produção precoce em morangueiros. **InformeAgropecuário**, Belo Horizonte. v. 20, n. 198, p. 30-35, 1999.

ELAWAD, S. H., and GREEN Jr., V. E. 1979. Silicon and the rice plant environment: a review of recent research. **Revista IL RISO** 28:235-253.

ELLIS, M.A.. CONVERSE, R.H.; WILLIAMS, R.N., et al. **Compendium of raspberry and blackberry diseases and insects**.St. Paul : APS, 1991. 100p.

EMATER. **Especialista recomenda cautela na expansão do morango no Norte**. 2006. Disponível em: <<http://www.EMATER.pr.gov.br/modules/noticias/article.php.html>>. Acesso em: 14 abril. 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Rio de Janeiro, 2006. 412p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Embrapa Clima Temperado Sistemas de Produção.2008. Disponível em: . Acesso em: 12 junho. 2014.

EPSTEIN, E. Silicon in plants: facts vs concepts. In: DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H.; KORNDÖRFER, G.H. Silicon in agriculture. **The Netherlands: Elsevier Science**. 2001.

EPSTEIN, E. Silicon. *Ann. Rev. Plant Physiol.* **Plant Molecular Biology**, 50:641-664, 1999.

- EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. **Proceedings of the National Academy of Sciences USA**, v.91, p.11-17, 1994.
- FACCHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; SANTOS, A.M. dos. Amoreira-preta, framboesa e mirtilo: pequenos frutos para o sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 13, 1994, Salvador. Anais. Salvador : Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1994. V.3, p.989-990
- FACHINELLO, J.C. Situazione e prospettive della frutticoltura temperata in Brasile. **Rivista de Frutticoltura**, Bologna, n. 3, p. 39-44, 1998.
- FACHINELLO, J.C.; PASA, M. da S.; SCHMTIZ, J.D.; BETEMPS, D.L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, p.109-120, 2011.
- FAEDI W, ANGELINI R, LA FRAGOLA.. Collana Coltura e Cultura, Bayer Crop Science, **Ed. Script, Bologna**, p. 548. 2010
- FAGUNDES, G. R., YAMANISHI, O. K . Características físicas e químicas de frutos do mamoeiro do grupo "Solo" comercializados em quatro estabelecimentos de Brasília-DF. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol. 23, p. 541-545. 2001.
- FAN, L.; DUBÉ, C.; FANG, C. ROUSSEL, D. CHARLES, M. T.; DESJARDINS, Y.; KHANIZADEH. S. Effect of production systems on phenolic composition and oxygen radical absorbance capacity of Orléans strawberry. **LWT - Food Science and Technology**, Volume 45, Issue 2, P. 241-245, 2012.
- FAOSTAT. **DatabaseResults**. 2009. Disponível em: <<http://apps.fao.org>>. Acesso em: 02 jun. 2013.
- FAUTEUX, F., REMUS-BOREL, W., MENZIES, J.G., AND BELANGER, R.R. Silicon and plant disease resistance against pathogenic fungi. **FEMS Microbiol. Lett.** 249 1–6. 2005
- FAWE, A.; MENZIES, J.G.; CHERIF, M.; BELANGER, R.R. Silicon and disease resistance in dicotyledons. In: DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H.; KORNDÖRFER, G.H. editors. **Silicon in agriculture**. The Netherlands: Elsevier Science; p. 159–69, 2001.
- FERREIRA, D.F. **SISVAR**: Sistema de análise de variância. Lavras: UFLA/DEX, 2010.
- FERREIRA, M.M.M.; FERREIRA, G.B.; FONTES, P.C.R.; DANTAS, J.P. Qualidade do tomate em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas estações. **Horticultura Brasileira**. v.24, p.141-145, 2006.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2012. 421p
- FLORES CANTILLANO, R. F. (Ed.) Morango: Pós-colheita. Embrapa Clima Temperado. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Brasília: **Embrapa Informação Tecnológica**, 2003. 28 p. (Frutas do Brasil, 42).

- FOSKET, D.E. **Plant growth and development; a molecular approach**. San Diego: Academic Press, 1994. 580p.
- GABAS, A. L. et. al. Cinética de degradação do ácido ascórbico em ameixas liofilizadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23 (suppl), p. 66-70, 2003. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/cta/v23s0/19473.pdf>> Acesso: 30 de outubro de 2011. Doi: < 10.1590/S0101-20612003000400013 >
- GARCÍA JM; MEDINA RJ; OLÍAS JM.. Quality of strawberries automatically packed in different plastic films. **Journal of Food Science** 63: p1037-1041,1998.
- GARCÍA, M. A.; MARTINO, M. N.; ZARITZKY, N. E. Plasticized starch-based coating to improve strawberry (*Fragaria x ananassa*) quality and stability. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 46, n. 9, p. 3758-3767, 1998.
- GERALDO JM, ALFENAS RCG. Papel da Dieta na Prevenção e no Controle da Inflamação Crônica – Evidências Atuais. **Arq. Bras. Endocrinol. Metab**;52(6);951-967.2008.
- GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Anthocyanins: characterization and measurement with uv-visible spectroscopy. In: WROLSTAD, R. E. **Current protocols in food analytical chemistry**. New York: John Wiley and Sons, 2001. F1.2.1-13.
- GOMES, E. R. **Eficiência no uso de água e de potássio no cultivo e na produção do morangueiro**, 113f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP, Botucatu-SP. 2013.
- GONÇALVES, E. D.; MALGARIM, M. B.; TREVISAN, R.; ANTUNES, L. E. C.; CANTILLANO, R. F. F. Conservação **Pós-colheita de Amora-preta (*Rubus*)**. In: Simpósio Nacional do Morango: Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul. Pelotas-RS. p. 226-230, 2004. (EmbrapaClimaTemperado, Documentos 123).
- HAN, C; LEDERER, C; McDANIEL, M; ZHAO, Y. Sensory Evaluation of Fresh Strawberries (*Fragaria ananassa*) Coated with Chitosan-based Edible Coatings. **Journal Of Food Science**, Vol. 70, N. 3, 2005
- HENRIQUE, C.M.; CEREDA, M.P. Utilização de biofilmes na conservação pós-colheita de morango (*Fragaria Ananassa Duch*) cv IAC Campinas1. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.2. 1999.
- HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.L. Fisiologia pós-colheita de frutos e hortaliças. In: CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.L. (Ed.). Resfriamento de frutas e hortaliças. Campinas: UNICAMP/EMBRAPA, 2002. p. 59-81.
- HUANGA, W-Y., CAIA, Y-Z., ZHANG, Y. Natural Phenolic Compounds From Medicinal Herbs and Dietary Plants: Potential Use for Cancer Prevention. **Nutrition and Cancer**, v. 62, n.1, 2009

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Brasil. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005.

INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ - IAPAR. **Cartas Climáticas do Paraná**. Versão 1.0.2000.(formato digital). CD-ROM, 2000.

JACQUES, R. J. S. et al. Biodegradação de hidrocarbonetos aromáticos policíclicos. **Revista Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 29, n.1 p. 7-24, 2007.

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

JULIATTI, F. C.; RAMOS, H. F.; KORNDÖRFER, G. H.; OLIVEIRA, R. G.; AMADO, D. F.; CARNEIRO, L. M. e S.; LUZ, J. M. Q. **Controle da queima das folhas de cenoura pelo uso do silício**. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 2003, Uberlândia. Anais..Uberlândia, 2003. CD-ROM. 2003.

KADER, A. A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 2. ed. Oakland: University of California, 1992. 296 p.

KADER, A.A. Quality and its maintenance in relation to postharvest physiology of strawberry. In LUBY, A. **The strawberry into the 21st century**. Portland, Oregon: Timber Press, 1991. p.145-152.

KAFKAS, E., ÖZGEN, M., ÖZGÜL, Y., e TUREMIS, N. (2008). Phytochemical and fatty acid profile of selected red raspberry cultivars: a comparative study. **Journal of Food Quality**, 31, 6778.

KAUR, C.; KAPOOR, H.C. Antioxidants in fruits and vegetables – the millennium’s health. **International Journal of Food and Science Technology**, v.36, p.703-725, 2001.

KEUTGEN, A. J.; PAWELZIK, E. Modifications of Strawberry fruit antioxidant pools and fruit quality under NaCl stress. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.55, p. 4066-4072, 2007.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C. Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado. Pelotas: UFPEL, 1997.

KLUGE, R.A.; SCARPARE FILHO, J.A.; JACOMINO, A.P.; PEIXOTO, C.P. **Distúrbios fisiológicos em frutos**. 2.ed. Piracicaba: FEALQ, 2001. 58p.

KORNDÖRFER, G.H.; DATNOFF, L.E.; CORRÊA, G.F. Influence of silicon on grain discoloration and upland rice grown on four savanna 7 soils from Brazil. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v.22, n.1, p.93-102, 1999.

KORNDÖRFER, G.H.; LEPSCH, I. Effect of silicon on plant growth and yield. In: DATNOFF, L.E.; KORNDÖRFER, G.H.; SNYDER, G.H. (Ed.). **Silicon in agriculture**. Amsterdam: Elsevier, 2001. p.133-147.

- LANNING, F. C. Nature and distribution of silica in strawberry plants. **Proceedings American Society Horticultural Science**, v.76, p.349-358, 1960.
- LEE, S. J.; UMANO, K.; SHIBAMOTO, T.; LEE, K. G. Identification of volatile components in basil (*Ocimum basilicum*) and thyme leaves (*Thymes vulgaris* L.) and their antioxidant properties. **Food Chemistry**, v. 91, n. 1, p. 131-137, 2005.
- LEE, S. K.; KADER, A.A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, v.20, n.3, p.207-220, 2000.
- LIANG, Y., SUN, W., ZHU, Y.-G., AND CHRISTIE, P. **Mechanisms of silicon-mediated alleviation of abiotic stresses in higher plants: A review**. *Environ. Pollut.* 147 422–428.2007.
- LIANG, Y.C.; SHEN, Q.R.; SHEN, Z.C.; MA, T.S. Effects of silicon on salinity tolerance of two barley cultivars. **JournalofPlantNutrition**, v.19, p.173–183, 1996.
- LIMA, L. C. de O. Qualidade, colheita e manuseio póscolheita de frutos de morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20 n.198, p. 80-83, 1999.
- LIMA, L. C. de O.; SCALON, S. de P. Q.; SANTOS, J. E. S. Qualidade de mangas (*Mangifera indica*) cv. 'Haden' embaladas com filme de PVC durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 1, p. 55-63, 1996.
- LIMA, V.L.A.G.; MÉLO, E.A.; LIMA, L.S.; LIMA, D.E.S. Polpa congelada de acerola: efeito da temperatura sobre os teores de antocianinas e flavonóis totais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.3, p.669-670, 2002.
- LORENZI, H. et al. Frutas brasileiras e exóticas cultivadas (de consumo in natura). São Paulo: **Instituto Plantarum de estudos da Flora**, 2006. 640 p.
- MA, J.F.; YAMAJI, N. Silicon uptake and accumulation in higher plants. **TrendsPlant Science**.vol. 11. 392–397. 2006.
- MALGARIM, M.B.; CANTILLANO, R.F.F.; COUTINHO, E.F. Sistemas e condições de colheita e armazenamento na qualidade de morangos cv. Camarosa. **Revista Brasileira de Fruticultura**,v.28, p.185-89, 2006.
- MARODIN, J. C. ; RESENDE, J. T. V. ; MORALES, R. G. F. ; SILVA, M. L. S. ; GALVAO, A. G. ; ZANIN, D. S. .** Yield of tomato fruits in relation to silicon sources and rates. **Horticultura Brasileira (Impresso)** v. 32, p. 221-225, 2014.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2 ed. New York: Academic Press, 1995. 887p.
- MARTINS, F. P.; PEDRO JÚNIOR, M. J. Influência do espaçamento na produtividade da amora-preta, cv. ébano, em Jundiaí-SP. *Bragantia*, v. 58, n. 2, p. 317-321, 1999.

MITCHAM, E.J.; CRISOSTO, C.H.; KADER, A.A. **Apple 'Fuji': Recommendations for maintaining postharvest quality.** Department of Vegetables Crops. University of California, Postharvest Technology. Disponível em: . Acesso em: jul. 2014.

MOORE A, JACKSON A, JORDAN J, HAMMERSLEY S, HILL J, MERCER C, SMITH C, THOMPSON J, WOBY S, HUDSON. **Clinical guidelines for the physiotherapy management of Whiplash Associated Disorder (WAD)** Chartered Society of Physiotherapy, London. 2005.

MOORE, J. N.; SANTOS, A. M.; CLARCK, J.; RASEIRA, M. do C. B.; ANTUNES, L. E. C. **Cultivar de Amora-preta Xavante.** In: Simpósio Nacional do Morango; Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul, Pelotas-RS. p. 214-217, 2004. (Embrapa Clima Temperado, Documentos 123).

MORAES, S. R.; ALVES, E.; POZZA, E. A.; CARVALHO, J. G.; LIMA, P. H.; BOTELHO, A. O. Efeito de fontes de silício na incidência e na severidade da antracnose do feijoeiro. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v.31, n.1, p.69-75, 2006.

MORALES, R. G. F. et al. Produtividade do morangueiro em função da adubação orgânica complementar em cultivo protegido. **Ambiência**, Guarapuava. v.8, n. 1, p. 23-33, 2012.

MOREIRA, J.M.B. Aproveitamento industrial de amoreira-preta. **Hortisul**, Pelotas, v.1, n.0, p.17-18, 1989.

MORRIS, J. R.; SPAYD, S. E.; BROOKS, J. G.; CAWTHON, D. L. Influence of postharvest holding on raw and processed quality of machine harvested blackberries. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 106, n. 6, p. 769-775, 1981.

NEVES FILHO, L.C. **Resfriamento, congelamento e estocagem de alimentos.** São Paulo: Instituto Brasileiro do Frio/ABRAVA/SINDRATAR, 1991.

NOJOSA , G.B.A. et al. Uso de fosfitos e silicatos na indução de resistência. In: CAVALCANTI, L.S. et al. (Ed.). **Indução de resistência em plantas a patógenos e insetos.** Piracicaba: FEALQ, 2006.

OLIVEIRA, J. C.; ALBUQUERQUE, R. L. R.; GONDIM, D. M. F.; OLIVEIRA, J. T. A.; SOUZA, E. B. Reduction of the severity of angular leaf spot of cotton mediated by silicon. **Journal of Plant Pathology**, Bari, v.1, n. 2, p.297-304, 2012.

OLIVEIRA, R.P. et al. Produção de morangueiro da cv. Camino Real em sistema de túnel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal. v. 30, n. 3, p. 681-684, 2008.

OLIVEIRA, R.P.; NINO, A.F.P.; SCIVITTARO, W.B. Mudanças certificadas de morangueiro: maior produção e melhor qualidade de fruta. **A Lavoura**, Rio de Janeiro, v.108, n.655, p.35-38, 2005.

PAGOT, E. **Cultivo de pequenas frutas:** amora-preta, framboesa e mirtilo. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2006, 41p.

PAGOT, E.; HOFFMANN, A. Produção de pequenas frutas no Brasil. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 1, 2003, Vacaria. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p. 31 - 32. (Documentos, 37).

PALHA, M. G., CAMPO, J. L., OLIVEIRA, P. B., SOUSA, M. B., RAMOS, A. C., SERRANO, M. C. As cultivares indiferentes de morangueiro em sistemas de produção outonal. **Actas Portuguesas de Horticultura-IV** Colóquio da produção de Pequenos Frutos. Vol. 20. p. 35-40.2012.

PALHA, M.(coord.) et al. Manual do Morangueiro. Edição PO AGRO DE&D n.º 193: Tecnologias de produção integrada no morangueiro visando à expansão da cultura e a reconquista do mercado. Lisboa, 2005, 137p.

PEREIRA, C. A. P.; ÁLVAREZ, M. J. M.; MARTÍNEZ, C. A. M. Composición química, análisis estructural y factores antinutricionales de filocladios de *Epiphyllum phyllanthus* (L.) Haw. var. *hookeri* (Link e Otto) Kimm. (cactaceae). INCI, Caracas, v. 33, n. 6, p. 443-8, 2008.

PEREIRA, I. S. **Adubação de pré-plantio no crescimento, produção e qualidade da amoreira-preta (*Rubus* sp.)**. 2008. 148p. Dissertação (Mestrado-Fruticultura de Clima Temperado). Curso de Pós-Graduação, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas. 2008.

PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J. K.; CLARK, J. R. Cultivars and storage temperature effects on the shelf life of blackberry fruit. **Fruit Varieties Journal**, University Park, v. 53, n. 4, p. 201-208, 1999.

PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J. K.; CLARK, J. R.; RISSE, L. Air shipment of 'Navaho' blackberry fruit to Europe is feasible. **HortScience**, Alexandria, v. 32, n. 1, p. 132, 1997.

PERUZZO, E.L.; DAL BÓ, M.A.; PICCOLI, P.S. Amoreira-preta: variedades e propagação. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.8, n.3, p.53-55, 1995.

PESTANA-BAUER, V.R.; GOULARTE-DUTRA, F.L.; ROSA, C.G.; JACQUES, A.C.; ZAMBIAZI, R.C. Compostos fenólicos em morango (*Fragaria x ananassa*) e acerola (*Malpighiaemarginata*). In: Simpósio Nacional do Morango e Encontro sobre pequenas frutas nativas do Mercosul, 5, 2010, Pelotas, RS. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010.p.172.

POLTRONIERI, E. Alternativas para o mercado interno de pequenas frutas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 1., 2003, Vacaria, RS. **Anais...** Vacaria, RS: Embrapa Uva e Vinho, 2003, p.37-40. (Documentos, 37).

PRATISSOLI, D.; ALMEIDA, G. D.; JESUS JÚNIOR, W. C.; VICENTINI, V. B.; HOLTZ, A. M.; COCHETO, J. G. Fertilizante organomineral e argila silicatada como indutores de resistência à varíola do mamoeiro. **Idesia**, Arica, v. 25, n. 2, p. 63-67, 2007.

PULZ, A.L.; CRUSCIOL, C.A.C.; LEMOS, L.B.; SORATTO, R.P. Influência de silicato e calcário na nutrição, produtividade e qualidade da batata sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1651-1659, 2008.

RASEIRA, M. C. B.; ANTUNES, L. E. C. **A Cultura do Mirtilo**. Pelotas, 29-36, 2004. Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br/publicações>>. Acesso em: 8 jul. 2006.

RASEIRA, M. do C.B.; SANTOS, A.M. dos; MADAIL, J.C.M. **Amora preta**: cultivo e utilização. Pelotas : EMBRAPA. CNPFT, 1984. 20p. (Circular Técnica, 11).

RASEIRA, M.C.B. A pesquisa com amora-preta no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO; ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS, 1, Pelotas, 2004. **Palestras ...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 219-223. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 124).

REIS, k.C.; ELIAS, H.H.S.; LIMA, L.C.O.; SILVA, J.D.; PEREIRA, J. Pepino japonês (*Cucumis sativus* L.) submetido ao tratamento com fécula de mandioca. **Ciências Agrotecnicas**, Lavras, v.30, n.3, p.487-493, mai./jun. 2006.

REIS, E.F. LIMA; NETO, V.C; GODOY, V.C; ROSA, C.T; CASTANHO, H.E. VICENTE, N.G. **Controle químico da ferrugem asiática na soja**. *Scientia Agraria*, Curitiba, v.8, n.3, p.319-323, 2007.

RESENDE, G.M.; YURI, J.E.; SOUZA, R.J. Épocas de plantio e doses de silício no rendimento de alface tipo americana. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.3, p.455-459, 2007.

RESENDE, J.T.V.; MORALES, R.G.F.; FARIA, M.V.; RISSINI, A.L.L.; CAMARGO, L.K.P.; CAMARGO, C.K. Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.28, p.185-89, 2010.

RIBEIRO, C; VICENTE, A.A.; TEIXEIRA, A.; MIRANDA, C. Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. **Postharvest Biology and Technology**, v. 44, p.63–70, 2007.

ROCHA, D. R. da C.; PEREIRA JÚNIOR, G. A.; VIEIRA, G.; PANTOJA, L.; SANTOS, A. S.; PINTO, N. A. V. D.(2008). Macarrão adicionado de Ora-pro-nobis (*Pereskia aculeata* Miller) desidratado. *Alimentos e Nutrição*, Araraquara, v. 19, n. 4, p. 459-65, out./dez.

ROCHA, D. A; ABREU, C.M.P; CORREIA, A.D; SANTOS, C.D; FONSECA, E.W.N. Análise comparativa de nutrientes funcionais em morangos de diferentes cultivares da região de Lavras-MG. **Revista Brasileira Fruticultura**. [online], vol.30, n.4. 2008.

RONQUE, E.R.V. **A cultura do morangueiro**. Curitiba: EMATER-PR, 206p.1998.

SADILOVA, E., CARLE, R. AND STINTZING, F. C. Thermal degradation of anthocyanins and its impact on color and in vitro antioxidant capacity. **Molecular Nutrition e Food Research**. v. 51, p. 1461–1471, 2007.

SANTOS, A.M.; MEDEIROS, A.R.M. (eds). **Morango: produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p.35-38. (Embrapa Informação Tecnológica. Frutas do Brasil, 40).

SANTOS, G. R.; CASTRO NETO, M. D.; CARVALHO, A. R. S.; FIDELIS, R. R.; AFFÉRI, F. S. Fontes e doses de silício na severidade do cretamento gomoso e produtividade da melancia. **Bioscience Journal**,Uberlândia, v.26, n.2, p. 266- 272, 2010.

SCHWARZ,K. **Adubação potássica na produtividade e qualidade do morangueiro cv. Camarosa**. 110p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, PR, 2012.

SECRETARIA DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO DO PARANÁ - SEAB. **Morango, Amora: área e produção por região administrativa da SEAB**, 2013. (Mensagem particular): setembro 2014.

SERRANO, C., SOUSA, M. B. E TRIGO, M. J. Phenolic Phytochemical Antioxidants in Berries. **Acta Horticultura - International Berry Symposium**. Vol. 926, pp. 675-681.2012.

SEVERO, J., TIECHER, A., CHAVES F.C., SILVA, J.A., ROMBALDI, C.V. Gene transcript accumulation associated with physiological and chemical changes during developmental stages of strawberry cv. Camarosa. **Food Chemistry**, v. 126, p. 995-1000, 2011.

SILVA, A.F.; DIAS, M.S.C.; MARO, L.A.C. Botânica e fisiologia do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v.28, n.236, p.7-13, 2007.

SILVA, C. de S.; LIMA, L. C.; SANTOS, H. S; CAMILI, E. C.; VIEIRA, C. R. I. Y.; MARTIN, C. da S.; VIEITES, R. L. Amadurecimento da banana-prata climatizada em diferentes dias após a colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 1, 2006.

SILVA, M.L.S; RESENDE, J.T.V; TREVISAN,A.R; FIGUEIREDO, A.S.T; SCHWARZ,K **Influência do silício na produção e na qualidade de frutos do morangueiro**, Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 6, suplemento 1, p. 3411-3424, 2013.

SILVA, P.A; **Manutenção da qualidade de morangos submetidos a aplicação de 1 MPC e armazenados a temperatura ambiente e refrigerado**.2010.137f. tese (Doutorado), Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras, 2010.

SILVA, V.L.; COZZOLINO, S.M.F. **Biodisponibilidade de Micronutrientes - Ácido ascórbico (ácido ascórbico)**. In: COZZOLINO, S.M.F. Biodisponibilidade de nutrientes 2.ed. Barueri: Manole, 2007. p.305-324.

SINGLETON, V.L. Oxygen with phenols and related reactions in musts, wines and model systems: observations and practical implications. **Am. J. Enol. Vitic.**, v. 38, p. 69-77, 1987.

STAMATAKIS, A.; SAVVAS, D.; PAPADANTONAKIS, N.; LYDAKIS-SIMANTIRIS N.; KEFALAS, P. Effects of silicon and salinity on fruit yield and quality of tomato grown hydroponically. **Acta Horticulturae**, v.609, p.141–149, 2003.

STRASSBURGER, A.S.; PEIL, R.M.N.; SCHWENGBER, J.E.; MEDEIROS, C.A.B.; MARTINS, D.S.; SILVA, J.B. Crescimento e produtividade de cultivares de morangueiro de “dia neutro” em diferentes densidades de plantio em sistema de cultivo orgânico. **Bragantia**, v.69, n.3, p.623-630, 2010.

SOUZA, A.V. **Pós-colheita e processamento de amora-preta ‘tupy’**. 86p. 2013. Dissertação mestrado. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu.

SUZUKI, E.T. **Produção extemporânea de amora-preta com uso de reguladores vegetais e nitrato de potássio em regiões tropicais**. 89p. 2013. Dissertação mestrado. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Campus de Botucatu.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. Porto Alegre: **Artmed**, 4.ed. p.819, 2009.

TAKAHASHI, E. Uptake mode and physiological functions of sílica. **Science Rice Plant**, v.2, p.58-71, 1995.

TRIVEDI, P. K., NATH, P. Ma. Exp, an ethylene-induced expansin from ripening banana fruit. **Plant Science**, 167 (6): 1351-1358, 2004.

VIDAL, R. A. Herbicidas: mecanismos de ação e resistência de plantas. Porto Alegre: **Palote**, p. 39-44, 1997.

VIZZOTTO, M.; BIALVES, T. S.; KROLOW, A. C. R.; ARAÚJO, V. F. Compostos bioativos e atividade antioxidante em genótipos de mirtilo. in: simpósio nacional do morango, 6.; encontro sobre pequenas frutas e frutas nativas do mercosul, 5., 2012, Pelotas. **Palestras e resumos...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2012. 231 p.

WANG, S. Y.; GALLETTA, G. J. Foliar application of potassium silicate induces metabolic changes in strawberry plants. **JournalPlantNutrition**, v.21, p. 157-167, 1998.

WONG, D. W. S. Química de los alimentos: mecanismos e teoria. **Zaragoza**: Acríbia, 1995. p. 233-236, 365, 372.

XUE, G. F.; SUN, W. C.; SONG, A. L.; LI, Z. J.; FAN, F. L.; LIANG, Y. C. Influences of silicon on rice growth, resistance to bacterial blight and activity of pathogenesis-related proteins. **ScientiaAgricultureSinica**, Beijing, v.43, n.4, p.690- 697, 2010.

ZAICOVSKI, C. B. **Caracterização de frutas nativas da Região Sul da América do Sul quanto à presença de compostos bioativos, da atividade antioxidante e da atividade antiproliferativa frente à celular tumorais**. Pelotas, 2008, 91p. Tese (Doutor em Ciência e Tecnologia Agroindustrial), Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

ZANÃO JÚNIOR, L. A.; FONTES, R. L. F.; ÀVILA, V. T. Aplicação do silício para aumentar a resistência do arroz à mancha-parda. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.2, p.203-206, 2009.

ZIMMERMANN AM, KIRSTEN VR. Alimentos com função antioxidante em doenças crônicas: uma abordagem clínica. **Ciênc. da Saúd.**, 2008; 9(1):51-68.