**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Pós-colheita de morangos produzidos no sistema de cultivo
orgânico *versus* sistema convencional em repetidas avaliações**

Carolina Amanda Wippich Andrade

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração:
Fitotecnia

**Piracicaba
2013**

Carolina Amanda Wippich Andrade
Engenheira Agrônoma

**Pós-colheita de morangos produzidos no sistema de cultivo orgânico *versus*
sistema convencional em repetidas avaliações**

Versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:
Prof. Dr. **ANGELO PEDRO JACOMINO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestra em Ciências. Área de concentração:
Fitotecnia

**Piracicaba
2013**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - ESALQ/USP**

Andrade, Carolina Amanda Wippich

Pós-colheita de morangos produzidos no sistema de cultivo orgânico *versus* sistema convencional em repetidas avaliações / Carolina Amanda Wippich Andrade. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2013.
83 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2013.
Bibliografia.

1. *Fragaria* spp 2. Qualidade 3. Orgânico *versus* convencional 4. Armazenamento
5. Relação I. Título

CDD 634.75
A553p

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Ao meu avô,

♪ *Gumercindo Pereira de Andrade* ♪ (*in memoriam*),

Por ser orgulho e inspiração para as quatro gerações de nossa família e, com certeza, para as futuras gerações também.

À minha avó,

Norma Sídow Andrade,

Pela mistura de força e serenidade que serve de exemplo a todos até hoje, com seus 85 anos!

Aos meus avós,

Erich Wippich e Maria Silva Wippich,

Embora não tenha tido a oportunidade de conviver, foi graças a eles que tenho um exemplo a seguir de mulher, mãe, amiga, companheira.

Aos meus amados pais e irmão,

Luís Antônio Pereira Andrade e Vera Maria Wippich

Andrade;

Luís Gustavo Wippich Andrade

Por serem tudo na minha vida, pelo apoio incondicional em todas as minhas escolhas. São a razão para mais esta etapa conquistada, á quem eu devo tudo o que sou hoje...

Dedico com todo carinho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por permitir-me viver rodeada pela minha família, amigos, com saúde, e me dar o privilégio de trabalhar com agricultura.

À cidade de Piracicaba, minha casa durante 8 anos, e à ESALQ, “oh flor da montanha”, agradeço e tenho orgulho de ser mais uma de suas filhas!

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Professor Dr. Angelo Pedro Jacomino, agradeço a inspiração que seu trabalho me proporcionou, e por todo apoio, incentivo, confiança, e por tornar estes anos de trabalho tão agradáveis.

Ao professor Ricardo Kluge, por ter sido meu orientador no primeiro ano do mestrado, e a todo pessoal do seu laboratório, parceiros de trabalho, de congressos, e comemorações.

Ao professor Carlos Armenio Khatounian, por contribuir com o desenvolvimento da ideia deste trabalho e à Fagoni Fayer Calegario, além da sua contribuição e ajuda, agradeço também por despertar em mim o interesse pela produção integrada de morangos e acreditar nesta ideia. Admiro muito o trabalho de vocês.

Aos meus amigos do peito: Bruna Comelatto, Gentil Cavalheiro, Ronaldo Sakai, Yuri Caires, Gabriela Barbosa, Ana Luiza Augusto, Carolzinha, Ju Goreri, Caio, Fábio, que além da amizade, pararam o que faziam, em qualquer momento que eu precisasse de ajuda. Vocês fazem parte desta conquista!

Aos amigos que muito me ouviram durante este período, Vanessa, Tati Tokairin, Camila Chiquim, Ingrid Grígolo, Letícia Corassa, Fabiane Câmara, Gabriel Bitencourt, Isadora Bonfante, Lívia Borges, meu agradecimento com todo carinho.

À pessoa que considero como irmã mais velha, Pati Maria. Graças ao estágio no Laboratório de Pós-colheita, pude conhecer e ter o privilégio de ser amiga de uma

peessoa tão especial, e como se não bastasse, uma das pessoas que mais me ajudou durante o período de estágio e do mestrado, sou sempre grata.

Ao pessoal do Kompetenzzentrum Obstbau-Bodense, por me proporcionarem tão agradável estadia na Alemanha e tornarem o período de estágio profissionalizante inesquecível, contribuindo para que continuasse nesse caminho através do mestrado.

Ao pessoal do laboratório de Pós-colheita, além de serem fundamentais no desenvolvimento deste trabalho, são amigos queridos, Rebequinha, Gabriel, Rafaela, Marcela, Amanda, Renan, Raquel e Marcos, obrigada pelo companheirismo, pela amizade, pelos conselhos e pela força!

Pessoal do Departamento de Produção Vegetal, que tornam o dia-a-dia mais alegre, Éder, David, Seu Cido, Seu Toninho, Bete, todos!

À Luciane Toledo, secretária do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, pela dedicação, prontidão em ajudar e pelo carinho. E à Solizete pelos seus cuidados e carinho. Sentirei saudades!

Aos produtores e encarregados da produção de morango, pelo apoio, disposição e fundamental contribuição para o desenvolvimento do trabalho, Seu Jurandir, Rafael Masiero, Paulo, Evaristo, Ricardo e Tânia, Seu Ronaldo, Eduardo e Simone, Alessandro e Dirceu.

Ao pessoal do Boxe Chinês, pelos ótimos momentos durante as aulas, troca de faixa e campeonato, e contribuição também para finalizar este trabalho, pois as artes marciais fazem tanto bem para o corpo quanto para a mente.

E á todos os familiares, amigos e aqueles que participaram deste trabalho, que me apoiaram e acreditaram, muito obrigada!

“A filosofia de um século é o senso comum do século seguinte”

Henry Ward Beecher

SUMARIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
1 INTRODUÇÃO	15
2 OBJETIVO.....	19
2.1 Específico.....	19
3 DESENVOLVIMENTO	21
3.1 Importância do morango.....	21
3.2 Cultivar Oso Grande.....	22
3.3 Cultivar Albion	22
3.4 Aspectos nutricionais	23
3.5 Pós-colheita do morango.....	24
3.6 Doenças do morangueiro	24
3.7 Produção orgânica de alimentos	25
3.8 Comparação entre o cultivo orgânico e o convencional	26
4 MATERIAL E MÉTODOS.....	31
4.1 Localização	31
4.2 Instalação dos experimentos.....	32
4.3 Metodologia das análises.....	32
4.4 Análise estatística	35
5 RESULTADOS	37
5.1 Avaliação geral.....	37
5.2 Avaliação dos pares de propriedades	38
5.2.1 Atributos que apresentaram mesmo comportamento entre a avaliação geral e a maioria dos pares de propriedades na relação entre orgânicos e convencionais	39
5.2.1.1 Coordenada a*	39
5.2.1.2 Teor de sólidos solúveis.....	43
5.2.1.3 Índice de podridão.....	47
5.2.1.4 Densidade.....	50
5.2.1.5 Perda de massa	51
5.2.1.6 Teor de antocianinas.....	53

5.2.2 Atributos que não apresentam mesmo comportamento entre a avaliação geral e a maioria dos pares de propriedades na relação entre orgânicos e convencionais.....	57
5.2.2.1 Coordenada L*	57
5.2.2.2 Firmeza	60
5.2.2.3 Matéria seca	64
5.2.2.4 Acidez titulável	65
5.2.2.5 Ácido ascórbico.....	68
6. CONCLUSÃO	63
REFERÊNCIAS..	75

RESUMO

Pós-colheita de morangos produzidos no sistema de cultivo orgânico *versus* sistema convencional em repetidas avaliações

Morangos (*Fragaria* spp.) são bastante apreciados por suas características organolépticas, além de serem fonte de minerais, vitamina C e compostos nutraceuticos. Entretanto, por se tratar de um fruto muito suscetível ao ataque de pragas e doenças, durante o seu cultivo comercial é utilizado grande quantidade de produtos químicos para a sua produção. Desta forma, o morango figura entre os principais alimentos onde são encontrados resíduos de agroquímicos acima do limite permitido e resíduos de produtos que não têm seu uso registrado para a cultura do morango. São realizados muitos estudos que comparam a qualidade de produtos orgânicos e convencionais, porém, a gama de resultados gerados é divergente. O objetivo deste trabalho foi determinar a qualidade de morangos orgânicos e de morangos convencionais mediante repetidas avaliações. Foi avaliada a qualidade de morangos produzidos em 7 pares de propriedades na região produtora do estado de São Paulo (Atibaia, Jarinú e Monte Alegre do Sul) e no sul de Minas Gerais, na cidade de Senador Amaral, sendo cada par formado por uma propriedade de cultivo orgânico e uma de cultivo convencional. O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente aleatorizado em esquema fatorial 2 x 5 x 4 (2 modos de cultivo x 5 períodos de armazenamento x 4 repetições). Na avaliação geral dos resultados, observou-se que os frutos convencionais apresentaram maior conteúdo de antocianinas e menor índice de podridão que os orgânicos. Nas demais variáveis, não houve diferenças significativas, ou o morango orgânico apresentou maiores valores que o convencional. Em alguns atributos de qualidade foi possível observar que, em pelo menos 4 dos 7 pares avaliados, houve repetição dos resultados obtidos na avaliação geral, tais como: coordenada de cor a^* , teor de sólidos solúveis, perda de massa fresca, densidade, conteúdo de antocianinas e índice de podridão. Para a coordenada de cor L^* , firmeza, matéria seca, acidez titulável e teor de ácido ascórbico, a análise individual de cada par de propriedades não indicou comportamento semelhante ao da avaliação geral. A metodologia que corresponde à avaliação de frutos de diversas propriedades e de diferentes localidades pode ser utilizada para determinar a qualidade de morangos produzidos no sistema de cultivo orgânico e no sistema convencional.

Palavras-chave: *Fragaria* spp; Qualidade; Orgânico *versus* convencional; Armazenamento; Relação

ABSTRACT

Postharvest of organically *versus* conventionally grown strawberries in repeated evaluations

Strawberries (*Fragaria* spp) are very appreciated due to its flavor and tasty, besides are good source of mineral, vitamin C and nutraceutical compounds. However it's a fruit very susceptible to pests attack and diseases during the commercial cultivation. In this way, it uses a huge quantity of chemical products for its production. Thus, strawberry is one of the main food in which is found chemicals residues above the allowed limits and residues of not registered products for use in strawberry crop. Many studies are conducted to compare the organic and conventional grown food quality, however the range of results are divergent. The aim of this work was to determine the quality of organic strawberries and the conventional ones using repeated evaluation. To evaluate the strawberries quality, it was harvested fruits from 7 pairs of farms in the region of Sao Paulo State (cities of Atibaia, Jarinú e Monte Alegre do Sul) and also in the South Minas Gerais State (city of Senador Amaral). Each pair of farms was composed by one organic yield farm and one conventional yield farm. The experimental design was completely randomized in a 2 x 5 x 4 factorial (2 modes of farming x 5 storage periods x 4 replications). In the general evaluation, it was observed that only anthocyanin's content was higher in conventional strawberries than in organic ones, and decay index was lower in the conventional ones. For the others attributes, there were no differences or organics strawberries had higher values. In some of quality attributes, it was possible to identify that at least 4 between the 7 pairs of farms showed the same behavior of the results obtained from the general evaluation, like: color coordinate a*, soluble solids content, fresh weight loss, density, anthocyanin's content and decay index. For color coordinate L*, firmness, dry matter, tritatable acidity and ascorbic acid, the individual analysis of each pair of farms indicated varying behavior. The use of repeated evaluations from different places can be used to determine the quality of organically and conventionally grown strawberries.

Keywords: *Fragaria* spp; Quality; Organic *versus* conventional; Storage; Relation

1 INTRODUÇÃO

O morango (*Fragaria* spp) é um fruto apreciado no mundo inteiro devido, principalmente, à sua aparência atraente, suas propriedades nutritivas e por possuir sabor agradável. Com isso, apresenta grande mercado nas principais economias mundiais (REICHERT, 2003).

Devido a sua alta suscetibilidade ao ataque de pragas e doenças na fase de produção, o morango produzido no Brasil e no mundo é, em grande parte, proveniente de cultivo em sistemas convencionais, caracterizado pelo uso intensivo de produtos químicos, podendo receber até 45 pulverizações com agrotóxicos durante o ciclo da cultura (DAROLT, 2003) que dura aproximadamente 180 dias.

Um dos principais assuntos de preocupação mundial nos dias de hoje é a segurança alimentar, um desafio urgente que o mundo inteiro se depara, sendo foco de discussões e reuniões relacionadas à sustentabilidade do planeta. Um dos fatores relacionados à segurança alimentar trata-se da presença de resíduos de pesticidas nos alimentos.

Segundo publicação do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos - PARA, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA, no relatório de atividades do ano de 2010, 63,4% das amostras de morango avaliadas, foram classificadas como insatisfatórias, devido à detecção de ingredientes ativos não autorizados para o uso na cultura, bem como pela presença de resíduos acima do limite máximo permitido (ANVISA, 2012).

Considerando a crescente preocupação da população quanto à questão da segurança alimentar, frutos produzidos de maneira orgânica vêm ganhando destaque no mercado de produtos hortícolas por não apresentarem resíduos de pesticidas e possuírem compromisso com as questões social, ambiental e com a sustentabilidade do próprio sistema de cultivo.

Estudos que comparam a qualidade entre produtos cultivados de forma orgânica e convencional são amplamente encontrados na literatura, porém, a interpretação desses estudos é repleta de dificuldades. Um grande desafio para a pesquisa científica no tocante a produção orgânica é desenvolver métodos que associem os sistemas de produção com a qualidade do produto (WATSON et al., 2008).

Em relação aos compostos do metabolismo secundário, como os fenólicos, muitos autores relatam a superioridade dos alimentos produzidos de maneira orgânica em relação aos convencionais (LEGAZ et al., 1998; LIMA et al., 2008; ARBOS et al., 2010; LIMA; VIANELLO, 2011; HALLMANN, 2012). Entretanto, este efeito não foi observado por Häkkinen & TÖRRÖNEN (2000), em cultivares de morangos produzidos na Finlândia.

Stertz (2004) verificou que morangos produzidos no sistema orgânico apresentaram maior teor dos minerais K, Mg, Na, P, Co, Cu, Fe e Zn, que os cultivados no sistema convencional. Resultados semelhantes foram relatados por Amodio et al. (2007) em kiwis orgânicos. Estes autores também observaram que estes frutos se destacaram pelos maiores teores de vitamina C, atividade antioxidante e teor de fenólicos. Entretanto Cayuela et al. (1997) não observaram diferenças significativas nos teores de Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e Cu entre morangos orgânicos e convencionais.

Relatos levantados por este trabalho de varejistas da cidade de Piracicaba, SP, indicam que morangos produzidos de maneira orgânica, possuem maior vida pós-colheita que os produzidos de forma convencional.

Alguns estudos também foram realizados sobre a qualidade pós-colheita de frutos cultivados nos sistemas orgânico e convencional. Costa (2009) não relatou diferenças significativas nas características físicas e químicas de morangos provenientes do cultivo orgânico ou de cultivo convencional conservados sob refrigeração (5°C). Amodio et al. (2007) observaram que kiwis produzidos de maneira convencional apresentaram maior firmeza e atraso no desenvolvimento da coloração durante o armazenamento, sugerindo que frutos orgânicos amadurecem mais rapidamente.

Benge et al. (2000), afirmam que os resultados encontrados ao nível de pesquisa coincidem com as observações relatadas pelas indústrias processadoras de kiwi na Nova Zelândia, de que frutos orgânicos apresentam maior período de conservação que os convencionais; porém, os mecanismos que proporcionam essa diferença ainda não são claros.

Em testes preliminares realizados na Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, da Universidade de São Paulo (ESALQ/USP) durante o início deste trabalho, foi observado maior perda de massa fresca nos morangos convencionais que nos orgânicos (resultados não publicados). Resultados semelhantes foram

descritos por Cayuela et al. (1997) em morangos da cultivar Chandler. Estes autores acrescentam que os frutos cultivados de maneira ecológica possuem maior capacidade de conservação e maior resistência à deterioração que os convencionais.

Benge et al. (2000) não observaram diferenças significativas na incidência de *Botrytis cinerea* em kiwis produzidos sob os dois sistemas, após 10 semanas de armazenamento. Em contrapartida, Reganold et al. (2010) verificaram que morangos convencionais apresentaram ocorrência de podridão e desidratação em um tempo ligeiramente mais curto que os frutos orgânicos, indicando maior período de conservação destes.

Muitos trabalhos encontrados na literatura destacam as vantagens qualitativas dos alimentos produzidos de forma orgânica, entretanto, tais resultados têm sido questionados por diversos autores. Bourn e Prescott (2002) relatam que as informações relativas às diferenças nas concentrações de nutrientes entre alimentos orgânicos e convencionais têm variado de estudo para estudo, os quais apresentam considerável variação nos *designs* dos trabalhos e em sua duração. Reganold et al. (2010) ainda argumentam que os estudos publicados não tem integrado conhecimento interdisciplinar e metodologias robustas para comparar índices de qualidade em frutos e solo, utilizando múltiplas propriedades orgânicas e convencionais, variedades, e múltiplos tempos de amostragem.

Cayuela et al. (1997), ao compararem morangos orgânicos e convencionais, utilizaram apenas um par de propriedades rurais. Benge et al. (2000) observaram que kiwis orgânicos apresentavam maior vida de prateleira, porém ressaltaram a necessidade de mais estudos para se entender os motivos de tais observações. Nas observações de Asami et al. (2003), os dados foram obtidos de apenas um ano e de apenas uma propriedade rural, como ressaltou a “The Organic Trader Association” (LESTER 2006).

Em vista disso, mais estudos envolvendo a pós-colheita de morangos produzidos de maneira orgânica e de maneira convencional, são essenciais para elucidar as possíveis diferenças encontradas na qualidade do fruto e na sua conservação.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi determinar as diferenças na qualidade pós-colheita de morangos produzidos no sistema de cultivo orgânico e no sistema de cultivo convencional.

2.1 Objetivo específico

Verificar se as possíveis diferenças entre os morangos orgânicos e os morangos convencionais persistem entre os pares de propriedades separadamente.

3 DESENVOLVIMENTO

3.1 Importância do morango

O morango é um dos frutos mais consumidos no mundo, principalmente, devido à sua aparência e sabor. Sua produção estimada no Brasil está em torno de 100 mil toneladas, em uma área plantada de 3500 ha sendo os Estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul seus maiores produtores (ANTUNES et al., 2007).

Segundo o censo agropecuário de 2006 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, a produção brasileira foi de 72.245 toneladas de morangos (IBGE, 2006). Em entrevista publicada *online* na página da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais - EMATER-MG, no ano de 2011, o coordenador estadual de fruticultura do órgão afirma que a produção brasileira de morangos é de 133 mil toneladas, sendo Minas Gerais o maior produtor com 72 mil toneladas, quase 55% da produção nacional.

Seu cultivo demanda uma série de tratamentos culturais sendo produzido em pequenas áreas e empregando mão de obra familiar, constituindo-se em importante fonte de renda, especialmente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil (SCHWENGBER, 2010).

A parte comestível do morango é o receptáculo carnoso, vermelho brilhante e coberto de pequenos aquênios. As principais cultivares utilizadas provêm dos Estados Unidos, destacando-se a 'Aromas', 'Camarosa', 'Dover', 'Oso Grande' e 'Sweet Charlie', sendo que a cultivar Milsei-Tudla é proveniente da Espanha. Dos programas de melhoramento genético da Embrapa Clima Temperado, provêm as cultivares Bürkley, Santa Clara e Vila Nova, e do Instituto Agrônomo de Campinas, a cultivar Campinas (OLIVEIRA et al., 2005).

Segundo Oliveira et al. (2009a) a diversificação varietal é considerada um fator importante para a sustentabilidade e desenvolvimento da cultura. Com isso, em estudos com a cultivar Strawberry Festival, constaram que esta consiste em uma nova alternativa varietal para os produtores de morango do Rio Grande do Sul, assim como a cultivar Saborosa (OLIVEIRA, 2009b).

3.2 Cultivar Oso Grande

Trata-se de uma cultivar de dias curtos, lançada em 1987 pela Universidade da Califórnia (DUARTE FILHO, 2006). É uma planta vigorosa, com folhas grandes e de coloração verde escura. Possui ciclo mediano e elevada capacidade produtiva. É tolerante à incidência do mofo cinzento (*Botrytis cinerea*) e susceptível à mancha de micosfarela (*Mycosphaerella fragariae*) e à antracnose (*Colletotrichum fragariae* e *Colletotrichum acutatum*). Os frutos possuem tamanho grande, polpa de textura firme no início da produção e mediana no final da colheita, de coloração vermelha clara e aromática; epiderme vermelha clara; sabor subácido, próprio para consumo "in natura" (SANTOS, 2005).

3.3 Cultivar Albion

Trata-se de uma cultivar que não sofre influência do comprimento do dia, própria para consumo "in natura", desenvolvida nos Estados Unidos e que vem sendo introduzida em muitos países (ORNELAS-PAZ et al., 2013). Resultados preliminares no Brasil demonstram boa adaptação ao sistema de condução de base ecológica, com produção entre 600 e 800 gramas por planta. De maneira semelhante às cultivares Aromas e Diamante, a Albion é indiferente ao fotoperíodo, o que favorece o alongamento do ciclo produtivo, permitindo a colheita tardia dos frutos (SCHWENGBER et al., 2010).

A arquitetura de suas plantas é mais aberta, facilitando a colheita. Apresenta produção com poucos picos, sabor superior à de outras variedades de dia neutro, além de cor vermelha brilhante (ANTUNES, 2013).

É uma cultivar passível de ser produzida com o uso de túneis. Em regiões onde a elevação da temperatura decorrente do uso de túnel não representa empecilhos para a produção, o cultivo protegido apresenta a vantagem de possibilitar menor incidência de doenças, por evitar acúmulo de água sobre as folhas. Consequentemente, tem-se menor uso de agrotóxicos, frutos de melhor qualidade, plantas de maior longevidade e maior produtividade do que em campo aberto (BALBINO et al., 2004).

3.4 Aspectos nutricionais

Produtos derivados do grupo das pequenas frutas estão sendo altamente valorizados no mercado internacional. Se no passado estes eram consumidos por serem boa fonte de minerais e vitamina C, nos dias de hoje o grande apelo de consumo é devido às suas propriedades nutraceuticas, enquadrando-se no grupo dos alimentos funcionais (VENDRUSCOLO, 2004).

Morangos contêm alto teor de compostos antioxidantes que promovem proteção contra radicais livres (WANG et al., 1996), o que está associado com prevenção de diversas doenças, como o câncer, e a promoção de vários benefícios à saúde. Grande parte desses compostos é representada pelas antocianinas, pigmentos flavonoides responsáveis pelas cores vermelho, rosa, roxo e azul observadas em partes de plantas (TAIZ; ZEIGER, 2007).

Calvete et al. (2008) encontraram teores de 40 mg de antocianina por 100 g de polpa de morango na cultivar Camarosa e de 30 mg 100 g⁻¹ na da cultivar Oso Grande, sendo que a ingestão total diária recomendada para uma dieta é de 1g de polifenóis (SCALBERT et al., 2005). Já Oliveira et al. (2009a) encontram valores da ordem de 97 mg 100 g⁻¹ em morangos 'Camarosa' cultivados no Rio Grande do Sul.

Esses teores podem ser influenciados por fatores ambientais como baixos níveis de nutrientes, luz e infecções causadas por fungos, visto que afetam a atividade da enzima fenilalanina amônio-liase (PAL), responsável por catalisar os processos que dão origem aos compostos fenólicos (TAIZ; ZEIGER, 2007).

O morango é também uma importante fonte de outras vitaminas além da vitamina C, como a vitamina A e folatos (QUINATO, 2007). A vitamina C é uma das principais vitaminas necessárias para o funcionamento adequado do organismo humano, participando de diversos processos metabólicos, dentre eles a formação do colágeno, processos de óxido-redução e fortalecimento de ossos e vasos sanguíneos (PADH, 1991). Além disso, está relacionada com aspectos imunológicos e processos oncológicos, endocrinológicos, neurológicos e digestivos (ROMBALDI et al., 2008).

3.5 Pós-colheita do morango

Os fatores de pré-colheita afetam o cultivo de morango no campo e condicionam a qualidade do fruto na pós-colheita. Assim, as práticas culturais como a adubação, os tratamentos fitossanitários, a qualidade da muda, as condições climáticas e a disponibilidade de água, são fatores importantes para se obter um produto com qualidade aceitável (CANTILLANO et al., 2003).

O morango é um fruto não climatérico, que apresenta alta taxa de respiração, da ordem de 20 a 40 mg CO₂ kg⁻¹ h⁻¹, a 5°C (KADER, 2002).

Recomenda-se que a colheita dos frutos destinados ao consumo “in natura” seja realizada quando estes apresentam 75% da superfície avermelhada. A colheita pode se estender por quatro a cinco meses de acordo com o início do período das chuvas, o que influencia diretamente na qualidade dos morangos e na produtividade da cultura. Durante este processo, deve-se considerar sempre a característica de fragilidade do fruto e, em função disso, adotar o manejo apropriado (BALBINO; COSTA, 2004).

O morango é um fruto que apresenta elevado teor de água (89,9%), grande superfície exposta e ausência de membrana protetora, o que favorece as perdas de água pela transpiração, sendo um fator importante, visto que resulta em perdas qualitativa e quantitativa do produto, evidenciadas pela perda de peso, enrugamento, ressecamento e amolecimento. A porcentagem máxima de perda de água aceitável para comercialização dos morangos é da ordem de 6% (RONQUE, 1998).

3.6 Doenças do morangueiro

A cultura do morango é suscetível à incidência de várias doenças causadas por fungos, bactérias, nematóides e vírus, tornando a produção mais difícil e onerosa pela necessidade de medidas de manejo e controle das doenças. Entre as doenças de pós-colheita, as duas consideradas como mais importantes são o mofo-cinzeno, causado por *Botrytis cinerea*, e a podridão de *Rhizopus* spp. (HENZ et al. 2008).

A podridão de *rhizopus* manifesta-se durante as etapas do transporte e armazenamento e é causada pelo fungo *Rhizopus* spp. Os frutos colhidos, mesmo sem sintomas, podem carregar em sua superfície estruturas do fungo (inóculo), as quais são capazes de penetrar no tecido lesionado (DIAS et al., 2007). Inicialmente

a coloração do tecido afetado não muda, em seguida, se torna marrom clara. O fruto começa a ficar macio e aquoso, ocorre o colapso do tecido e o extravasamento do suco. O fruto podre, e principalmente aquele já embalado, logo fica coberto de micélios dos esporangióforos que são brancos com “cabeças” pretas (PLAKIDAS, 1964).

O mofo-cinzentos, por sua vez, causa graves danos em toda a área de cultivo. É causado pelo fungo *Botrytis cinerea*, que ataca o fruto em qualquer estágio de desenvolvimento, desde que ocorram longos períodos com umidade, sendo de maior ocorrência em frutos colhidos e maduros (DIAS et al., 2007). Em locais de clima ameno, os tecidos afetados apresentam inicialmente coloração marrom clara, são macios, mas não aquosos. Após cobrir todo o fruto, ele se torna seco, firme e coberto por uma massa acinzentada, produzida pelos esporóforos e conídios do fungo. E por fim o fruto fica duro e mumificado (PLAKIDAS, 1964).

Dentre os principais patógenos causadores de doenças na cultura do morangueiro destaca-se, o *Colletotrichum acutatum* Simmonds, principal agente causal da antracnose (DIAS et al., 2007). Os sintomas são caracterizados por uma lesão circular, firme, deprimida e de coloração castanho claro a preta na superfície do fruto. As manchas podem aumentar até que o fruto inteiro seja infectado e, em seguida seca e mumifica (HOWARD et al., 1992).

Devido à susceptibilidade a doenças, o morango produzido no Brasil e no mundo é, em grande parte, proveniente de cultivo em sistemas convencionais, caracterizado pelo uso intensivo de produtos químicos, podendo receber até 45 pulverizações com agrotóxicos durante o ciclo da cultura (DAROLT, 2003) que dura aproximadamente 180 dias. Isto faz com que o morango se torne um dos primeiros da lista de alimentos em que são encontrados resíduos de agroquímicos acima do nível aceitável e/ou sem registro para uso na cultura.

3.7 Produção orgânica de alimentos

Segundo a Lei 10.831, de 23 de Dezembro de 2003, considera-se que sistema orgânico de produção agropecuária todo aquele em que se adotam técnicas específicas, mediante a otimização do uso dos recursos naturais e socioeconômicos disponíveis e o respeito à integridade cultural das comunidades rurais, tendo por objetivo a sustentabilidade econômica e ecológica, a maximização dos benefícios

sociais, a minimização da dependência de energia não-renovável, empregando, sempre que possível, métodos culturais, biológicos e mecânicos, em contraposição ao uso de materiais sintéticos, a eliminação do uso de organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes, em qualquer fase do processo de produção, processamento, armazenamento, distribuição e comercialização, e a proteção do meio ambiente.

Segundo dados do Instituto Biodinâmico (IBD), empresa que se destina a atividades de inspeção e certificação de produtos orgânicos, no ano de 2010, as vendas destes produtos no Brasil alcançaram R\$ 350 milhões, valor 40% superior ao registrado em 2009. Segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, “Cada vez mais pessoas buscam informações sobre produtos orgânicos e, conseqüentemente, consomem mais esse tipo de alimento”, sendo que o mercado externo de orgânicos também cresceu cerca de 30% no ano de 2010 (GEBRIM, 2011).

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), o Brasil integra os cinco maiores países que cultivam alimentos orgânicos, com uma taxa de crescimento entre 30% e 50% ao ano, o que é mais do que o dobro da média internacional (CONAB, 2009).

Produtos orgânicos estão sendo cultivados no Brasil numa área de aproximadamente 800 mil hectares. O Instituto de Promoção do Desenvolvimento (IPD), com sede no Paraná, estima que existam entre 700 a 1.000 projetos de produtos orgânicos já certificados (BRASIL, 2007).

O mercado para comercialização de produtos orgânicos está aumentando, porém as informações a respeito dos efeitos da produção orgânicas em frutas e hortaliças não estão totalmente esclarecidas.

3.8 Comparação entre o cultivo orgânico e o convencional

Pesquisas que comparam o valor nutritivo de alimentos orgânicos e convencionais são difíceis de serem implementadas e interpretadas devido ao grande número de fatores que podem afetar a composição dos alimentos, tais como, genética, condições ambientais e características de colheita e pós-colheita (BORGUINI, 2006).

Segundo Bourn e Prescott (2002), citados por Stertz (2004), há estudos que comparam o valor nutricional, a qualidade sensorial e a segurança alimentar entre os alimentos produzidos nos sistemas convencional, orgânico e hidropônico, porém, poucos são conclusivos, o que se observa em muitos trabalhos é redução do teor de nitrato e aumento no teor de matéria seca e vitamina C nos produtos orgânicos. Entretanto, sem fortes evidências de que esses alimentos diferem nas concentrações de nutrientes.

Stertz (2004), em seu trabalho com hortaliças produzidas segundo os sistemas de cultivo convencional, orgânico e hidropônico, apresenta tabela com dados coletados da Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments - AFSSA (2003), no qual foi realizado um levantamento dos trabalhos publicados comparando os parâmetros: teor de matéria seca, açúcares, minerais, nitrato, vitamina C e antioxidantes. Foi possível observar que a maioria dos trabalhos aponta equivalência entre os frutos provenientes dos dois modos de cultivo, na maioria dos parâmetros avaliados (Tabela 1).

Tabela 1 - Número de estudos que comparam nutrientes em alimentos na produção orgânica em relação à convencional

Determinações/nutrientes	Superioridade do orgânico	Equivalente	Inferioridade do orgânico
Matéria seca	18	28	5
Açúcares, glicídios	4	5	3
Minerais	44	156	24
Cálcio, Ca	6	32	5
Potássio, K	10	30	9
Magnésio, Mg	15	27	1
Cobre, Cu	5	16	2
Ferro, Fe	6	16	0
Manganês, Mn	0	13	4
Selênio, Se	0	2	1
Zinco, Zn	2	19	1
Nitrato	0	3	9
Vitamina C	8	15	1
Polifenóis, flavonóides, ácidos fenólicos e outros antioxidantes	11	9	1

FONTE: Adaptado de Stertz (2004), elaborado pela autora a partir de AFSSA (2003).

NOTA: (1) Os valores são referentes ao número de estudos encontrados na literatura e selecionados segundo critérios: estudos com planejamento estatístico adequado, amostras e sistemas de cultivo devidamente certificados, práticas agrícolas bem definidas, teores expressos de maneira clara.

(2) A maioria dos estudos apresenta seus resultados em base úmida.

Com relação à qualidade nutricional, autores relacionam maior teor de compostos do metabolismo secundários encontrados nos produtos hortícolas orgânicos, o que foi atribuído à maior suscetibilidade ao ataque de doenças e pragas, devido a não utilização de produtos fitossanitários (LEGAZ et al., 1998).

Lima et al. (2008), ao avaliar partes comestíveis que normalmente são descartadas, de diversos vegetais consumidos no Brasil, observaram que a maioria dos vegetais analisados, apresentaram tendência de maior teor de poliaminas e compostos fenólicos totais naqueles produzidos organicamente, do que naqueles produzidos de forma convencional, porém, o contrário foi observado para o teor de flavonóides totais.

O maior teor de poliaminas relatado por Lima e Vianello (2011) está relacionado com o nível de *stress* que a planta que não recebe defensivos químicos é submetida, aumentando a produção desta substância, como demonstrado por Legaz (1998), em estudo com cana-de-açúcar.

Häkkinen et al. (2000), em estudo com cultivares de morangos na Finlândia, não observaram efeito definido do cultivo orgânico sobre o teor de compostos fenólicos no fruto.

Stertz (2004) encontrou, em amostras de morango coletadas na região metropolitana de Curitiba, teores de nutrientes superiores nos frutos produzidos de maneira orgânica em relação àqueles produzidos de maneira convencional e hidropônica. Resultados semelhantes foram encontrados por Amodio et al. (2007), em kiwis orgânicos, assim como maiores teores de vitamina C, atividade antioxidante e teor de fenólicos. Porém, não foi observada por Cayuela et al. (1997) em morangos, para os nutrientes Ca, Mg, Fe, Mn, Zn e Cu.

Fischer et al. (2007) constataram em estudo com maracujás-amarelos, que os frutos produzidos de maneira orgânica apresentaram tamanho do fruto e espessura de casca mais elevados que aqueles cultivados de maneira convencional, enquanto estes se destacaram pelo menor rendimento em polpa e pelos maiores teores de sólidos solúveis e de acidez titulável. Entretanto, Amaro & Monteiro (2001) relataram em trabalho realizado com o mesmo fruto, que os do cultivo orgânico apresentaram maior rendimento de polpa, enquanto os do convencional maior teor de sólidos solúveis e frutos com maior comprimento.

Como pode-se observar, é notável a divergência de resultados encontrados na literatura, muitas vezes devido à grande gama de fatores de difícil controle nas pesquisas em que se compara alimentos orgânicos e convencionais, assim como, devido ao uso de metodologias e amostragens não adequadas, entre outras. Em vista disso, faz-se necessário a realização de mais estudos que avaliem o efeito das diferentes técnicas de cultivo na qualidade de frutas, hortaliças e de alimentos em geral.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Localização

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Pós-Colheita de Frutas e Hortaliças do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, em Piracicaba-SP.

Foram avaliados morangos da cultivar Oso Grande e da cultivar Albion. Os morangos ‘Oso Grande’ foram colhidos nos municípios de Atibaia (23° 07’ 38” S, 46° 34’ 27” O), Jarinú (23° 06’ 03” S, 46° 43’ 40” O) e Monte Alegre do Sul (22° 40’ 55” S, 46° 40’ 51” O), que correspondem a tradicionais regiões produtoras no Estado de São Paulo; e os frutos da cultivar Albion foram obtidos no município de Senador Amaral (22° 35’ 13” S, 46° 10’ 37” O) no Estado de Minas Gerais. Segundo a classificação climática de *Köppen*, Atibaia e Jarinú são classificadas como de clima subtropical (Cfa), sem estação seca e temperatura do mês mais quente superior a 22°C (BARDIN-CAMPAROTTO et al., 2013), sendo o mesmo para Monte Alegre do Sul. Na cidade de Senador Amaral, o clima é tropical de altitude (Cwb) (Classificação de Köppen-Geiger, 2013).

Foram realizadas coletas em sete datas, sendo que em cada uma, um par de propriedades de plantio comercial foi amostrado. Cada par consistiu de uma propriedade com sistema de cultivo orgânico e outra com sistema de cultivo convencional, situadas o mais próximo possível uma da outra, sendo a distância máxima de 15 km entre elas. A cultura foi implantada na mesma época entre as propriedades do mesmo par, sendo padronizadas as operações de colheita e de transporte dos frutos.

É importante mencionar que não foram levadas em consideração possíveis diferenças entre os diferentes pares, como as diferenças de solos, origem e obtenção de mudas, locais de produção e sistemas de irrigação. Os critérios de amostragem foram adotados de acordo com o enunciado por Bourn e Prescott (2002) para estudos que comparam sistema orgânico com o convencional.

Todas as propriedades avaliadas utilizavam canteiros cobertos com plástico preto, comumente empregado no cultivo de morango. As propriedades de Senador Amaral utilizavam cultivo protegido através de túneis plásticos. As mudas dos pares

de propriedades foram plantadas também na mesma época, em meados de abril e os frutos colhidos sempre pertencentes à mesma florada, dentro do ciclo da cultura.

4.2 Instalação do experimento

As colheitas foram realizadas entre julho de 2012 e janeiro de 2013, sempre no início da manhã. Foram colhidos frutos que apresentavam $\frac{3}{4}$ da sua superfície com coloração vermelha. Depois de colhidos e selecionados quanto à ausência de podridões e deformações, foram acondicionados em cumbucas afuniladas de politereftalato de etileno (PET) providas de tampa, com capacidade aproximada de 300 g, que correspondem à embalagem normalmente utilizada na comercialização dos morangos. Em seguida, foram cuidadosa e imediatamente transportadas para o laboratório em caixas com isolamento térmico contendo placas congeladas para manutenção da temperatura ao redor de 18 °C.

Uma vez no laboratório, os morangos foram armazenados a $15 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ de umidade relativa, por até 8 dias. As análises foram realizadas no dia da colheita e a cada 2 dias, até o final do armazenamento.

As variáveis analisadas foram: coloração externa, firmeza da polpa, perda de massa, densidade, teor de matéria seca, sólidos solúveis, acidez titulável, ácido ascórbico e de antocianinas e incidência de podridões.

Cada tratamento foi composto por quatro repetições, sendo a unidade experimental composta pelos frutos de uma cumbuca. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente aleatorizado em esquema fatorial $2 \times 5 \times 4$ (2 modos de cultivo, 5 períodos de armazenamento e 4 repetições), sendo que os diferentes locais e diferentes épocas de amostragem constituíram repetições do experimento.

4.3 Metodologia das análises

Análises físicas e químicas

Coloração externa: foi determinada com colorímetro Minolta, modelo CR-300, com a seguinte configuração: sistema de cor $L^* a^* b^*$, iluminante D65 e observador padrão 2°. Foram utilizados 10 frutos por repetição e tomadas duas leituras por fruto em lados opostos de sua região equatorial. Os resultados foram

expressos em luminosidade L^* e coordenada a^* . Os valores de L^* expressam a variação entre o branco e o preto (100 = branco; 0 = preto). A coordenada a^* expressa a variação entre as cores verde e vermelho (a^* negativo = verde; a^* positivo = vermelho).

Firmeza: foi determinada com penetrômetro digital (53200 Sammar Tr – Turoni, Forli, Itália) usando ponteira de 6 mm de diâmetro. Foram utilizados 10 frutos por repetição e tomadas duas leituras por fruto em lados opostos, em sua região equatorial. Os resultados foram expressos em Newton (N).

Perda de massa: foi determinada através da diferença entre as massas inicial e após o armazenamento, determinado em balança semi-analítica, com precisão de 0,1 g, sendo os resultados expressos em porcentagem (%).

Matéria seca: foi determinada pela diferença entre as massas, inicial e final. Foi utilizada a fração de $\frac{1}{4}$ de cada morango, da amostra de 10 frutos para determinação da massa inicial medida em balança semi-analítica com precisão de 0,1 g. Essa amostra era mantida em estufa com circulação forçada de ar, a 65 °C até massa constante, que correspondem à massa final. Os resultados foram expressos em porcentagem de matéria seca.

Densidade: foi determinada dividindo-se a massa dos frutos, medida em balança semi-analítica, pelo volume, medido através do deslocamento de água no interior de uma proveta com capacidade de 1000 mL. Os resultados foram expressos em g mL^{-1} .

Teor de sólidos solúveis: foi quantificado em amostras de suco obtidas após trituração dos morangos em centrífuga doméstica, sendo uma pequena porção colocada em refratômetro digital Atago, modelo Palete 101. Foram realizadas duas leituras por repetição e os resultados foram expressos em °Brix.

Teor de acidez titulável: foi determinada de acordo com método descrito por Carvalho et al. (1990), sendo 10 g de polpa triturada diluídas em 90 mL de água deionizada. A solução foi titulada com NaOH a 0,1N até atingir pH=8,1 em pHmetro

digital (Tecnal, Tec 03 MP). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico.

Teor de ácido ascórbico: foi determinado por titulometria, de acordo com o método descrito por Carvalho et al. (1990), em que 5 g da polpa eram diluídas em 25 mL de ácido oxálico a 1% e tituladas com solução de 2,6-diclorofenol-indofenol (DCFI) a 0,02%. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico 100 g⁻¹.

Teor de antocianinas totais: foi determinada por meio de espectrofotometria, de acordo com adaptação do método descrito por Lee et al. (2005). Foi tomada 0,5 g de polpa previamente homogeneizada, diluída em 9,5 mL de solução de HCl contendo metanol a 0,5% (v/v). A solução resultante foi homogeneizada e, em seguida, mantida a 4 ± 1 °C durante uma hora e trinta minutos, na ausência de luz. As amostras foram filtradas e efetuou-se a leitura de absorbância do sobrenadante em espectrofotômetro ($\lambda = 520$ nm). Os resultados foram expressos em mg de antocianinas por 100 g de polpa, calculados através da seguinte equação:

$$\text{Antocianinas totais (At)} = A_{520} * f$$

Onde:

A_{520} = absorbância a 520 nm;

f = fator de diluição (20)

Índice de podridão: foi determinado visualmente, com base na incidência e na severidade da podridão. Frutos que apresentavam até 10 % da superfície com podridão foram considerados “frutos com podridão leve” e sua contagem foi multiplicada por 0,5; enquanto os que apresentavam mais de 11 % da superfície com podridão, foram considerados “frutos podres” e não receberam fator de multiplicação em sua contagem. Os resultados foram expressos em porcentagem (%). Na figura 1, é ilustrado o critério adotado para a definição do índice de podridão.

Figura 1 – Caracterização dos frutos quanto à podridão: A) Frutos podres; B) Frutos com podridão leve; C) Frutos sadios

4.4 Análise estatística

Foi utilizado o programa SAS (Statistical Analysis System) para análise estatística dos dados. O teste de Box-Cox foi empregado para a análise da homogeneidade de variância e quando necessário alguns dados passaram por transformação e outros por testes não paramétricos. Foi realizada análise de variância pelo teste F, e comparação das médias pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade. Quando a interação com os dias de avaliação foi significativa, realizou-se regressão polinomial.

5 RESULTADOS

5.1 Avaliação geral

Ao realizar-se uma avaliação global do experimento é possível identificar diferenças significativas a 5% de probabilidade para as variáveis: Luminosidade (L^*) e porcentagem de matéria seca; e a 1% (ou menos) de probabilidade para as variáveis: coordenada a^* , firmeza, teor de sólidos solúveis, conteúdo de antocianinas e índice de podridão. Para as variáveis, acidez titulável, teor de ácido ascórbico, densidade e perda de massa, não foram observadas diferenças significativas (Tabela 2).

Tabela 2 – Média geral das variáveis indicativas da qualidade pós-colheita de morangos produzidos nos sistemas de cultivo orgânico e convencional

Variáveis	Orgânico	Convencional	P-valor
Cor L^*	40,44	40,37	0,0133*
Cor a^*	24,79	23,48	0,0001***
Firmeza (N)	7,48	6,87	0,0001***
Sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$)	7,25	6,10	0,0001***
Acidez titulável (%)	0,88	0,90	ns
Ácido ascórbico ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$)	49,07	52,32	ns
Densidade (g mL^{-1})	0,89	0,91	ns
Matéria seca (%)	9,33	8,3	0,0033**
Perda de massa (%)	2,38	2,43	ns
Índice de podridão (%)	29,00	26,13	0,0001***
Antocianinas ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$)	13,54	15,18	0,0033**

ns = não significativa; * $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

Na Figura 2, cada ponto, de cada variável representa um par de propriedades avaliado, sendo os resultados expressos de acordo com a diferença percentual entre os atributos de qualidade dos frutos orgânicos e os convencionais. Observa-se que há semelhança, para algumas variáveis, entre os sistemas de cultivo avaliados (L^* , teor de ácido ascórbico, de acidez titulável e densidade), que outras foram favorecidas pelo sistema de cultivo orgânico (a^* , firmeza, teor de sólidos solúveis, matéria seca) e outra pelo convencional (teor de antocianinas).

Por exemplo, o ponto que representa a maior porcentagem da diferença da firmeza entre orgânico e convencional é correspondente a 40,1%. Assim, em um dos pares de propriedades avaliados, a firmeza observada no fruto convencional foi de 5,51 N e no orgânico, 7,72 N, ou seja, a firmeza do fruto orgânico foi 40,1% maior que a do fruto convencional.

Com os valores de porcentagem referentes às diferenças de um tipo de fruto em relação ao outro, é possível se ter uma ideia da direção e a magnitude aproximada das diferenças observadas. Se houvessem mais pontos avaliados para compor o gráfico, seria possível fazer mais afirmações conclusivas.

Figura 2 – Porcentagem referente às diferenças observadas entre frutos orgânicos e convencionais nos sete pares de propriedades avaliados quanto às variáveis: (A) coordenada L*, (B) coordenada a*, (C) firmeza, (D) teor de sólidos solúveis, (E) teor de ácido ascórbico, (F) acidez titulável, (G) densidade, (H) matéria seca e (I) teor de antocianinas

5.2 Avaliação dos pares de propriedades

Além da avaliação geral dos dados, podem ser realizadas avaliações de cada par de propriedades isoladamente. Observou-se que, em algumas variáveis, pelo menos 4 dos 7 pares avaliados apresentaram mesmo comportamento entre os morangos que aquele observado na avaliação geral. Isso demonstra que independente do local e época de colheita, certos comportamentos se repetiram. Esses atributos estão classificados conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Classificação dos atributos de acordo com o comportamento individual de cada par de propriedades com relação à avaliação geral

Atributos nos quais a maioria dos pares apresentou mesmo comportamento da avaliação geral			Atributos nos quais não se observou repetição do comportamento geral
O > C	O = C	O < C	
Coordenada de cor a^*	Perda de massa	Antocianinas	Coordenada de cor L^*
Sólidos solúveis	Densidade		Firmeza
Podridão			Acidez
			Matéria seca
			Ácido ascórbico

O = orgânico; C = convencional

5.2.1 Atributos que apresentaram mesmo comportamento entre a avaliação geral e a maioria dos pares de propriedades na relação entre orgânicos e convencionais

5.2.1.1 Coordenada a^*

Quanto maior o valor de a^* , mais intensa é a coloração vermelha do morango. Na avaliação geral, observaram-se maiores valores da coordenada a^* nos frutos provenientes do sistema de cultivo orgânico com 24,79, que nos provenientes do sistema convencional, com 23,48. Foi observado esse mesmo efeito, coloração vermelha mais intensa nos frutos orgânicos, em 4 dos 7 pares de propriedades avaliados (Tabela 4).

Tabela 4 – Valores médios da coordenada a* dos morangos orgânicos e convencionais dos sete pares de propriedades e da avaliação geral

Pares	Orgânico	Convencional
I	22,86 B	23,36 A
II	20,36 A	20,64 A
III	23,07 A	20,57 B
IV	28,50 A	27,83 A
V	27,84 A	26,84 B
VI	29,97 A	26,98 B
VII	25,20 A	23,28 B
Geral	24,79 A	23,48 B

Foi utilizada transformação dos dados, porém, os valores apresentados na tabela correspondem aos originais

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade

A maioria das pesquisas relata não haver diferença entre os frutos orgânicos e convencionais ou relatam frutos orgânicos com maiores valores da coordenada de cromaticidade a*. Barrett et al. (2007), ao avaliarem pares de propriedades com produção orgânica e convencional de tomates nos Estados Unidos, não observaram diferenças significativas, porém, identificaram variação deste comportamento entre os pares de propriedades, separadamente. Da mesma forma, porém, utilizando análise sensorial para avaliação da qualidade de morangos, Kovačević et al. (2008), também não observaram diferença significativa para a intensidade de cor entre orgânicos e convencionais.

Cayuela et al. (1997) observaram coloração mais vermelha em morangos orgânicos, utilizando a equação $[1000a^*/(L^*+b^*)]$ que reflete as mudanças na coloração. Os autores observaram esse resultado na maioria das 11 avaliações realizadas.

São raros os resultados que identificam valores de a* mais elevados em morangos convencionais do que em orgânicos, como Crecente-Campo et al. (2012), porém, ressalta-se que este estudo foi realizado avaliando-se apenas um par de propriedades, em 3 coletas durante um mês do ciclo da cultura.

No presente trabalho, ficou demonstrado que o sistema de cultivo teve influência na intensidade da cor vermelha, que pode ser detectado na medição objetiva com colorímetro, porém, são diferenças pequenas e que podem não refletir em uma maior aceitação ou rejeição por parte do consumidor.

Durante o armazenamento, de maneira geral, pode-se observar que, apesar da tendência de oscilação, não houve diferenças estatisticamente significativas ao

longo deste período para esta coordenada de cor, nos frutos orgânicos (Figura 3). Após a colheita, o morango convencional apresentou valores de a^* significativamente inferiores aos valores do orgânico, porém, apresentou pequeno incremento no início do armazenamento, seguido de manutenção e atingindo o mesmo patamar do orgânico (Figura 3), no fim deste período.

Figura 3 – Variação nos valores médios da coordenada a^* de morangos orgânicos e convencionais armazenados a $15 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ de umidade relativa, por 8 dias

Na avaliação individual dos pares foi observado, na maioria, a manutenção da coordenada a^* , principalmente nos frutos orgânicos, enquanto nos convencionais foi observado incremento de a^* após a colheita (Figura 4). Para os pares I, III, IV e VII, não foi significativa a interação entre os dias e o sistema de cultivo com $\text{Pr} > 0,05$. Isto significa que orgânicos e convencionais apresentaram mesmo comportamento ao longo do armazenamento. Os pares II e V, apresentaram o mesmo comportamento identificado na avaliação geral (Figura 4) e no par de propriedades VI, foi observado decréscimo da coordenada a^* no fruto orgânico (Figura 4).

Figura 4 – Valores médios da coordenada a^* de morangos orgânicos e convencionais nos sete pares de propriedades, no início e no fim do armazenamento

Observa-se que quando os pigmentos de cor vermelha começam a ser sintetizados, a diminuição observada em L^* indica um escurecimento da cor vermelha (LÓPEZ CAMELO; GOMEZ, 2004).

Os frutos de ambos os sistemas de cultivo foram colhidos quando a sua superfície apresentava $\frac{3}{4}$ de coloração vermelha, ou seja, os frutos provenientes do cultivo convencional apresentavam essa proporção, porém menos intensidade da coloração vermelha, como os valores de a^* apontam. Morangos, mesmo sendo frutos não climatéricos, apresentam pequeno incremento na sua coloração após a colheita. Borguini (2006) observou comportamento semelhante em tomates, porém, estes foram colhidos com mesma intensidade de coloração da casca, e após um dia de armazenamento, os convencionais apresentaram evolução da coloração mais rapidamente que os orgânicos, que apresentaram pequena alteração no decorrer do mesmo período que antecedeu as demais avaliações dos frutos. A mesma autora relata ainda que mesmo com essas diferenças na coloração, não detectou diferença no teor de licopeno, pigmento que confere cor vermelha aos tomates, entre os frutos dos diferentes sistemas de cultivo.

Com o avanço do amadurecimento, morangos colhidos em estágio de desenvolvimento mais avançado apresentaram maiores valores de a^* , por exemplo, aqueles colhidos no estágio $\frac{3}{4}$ da superfície com coloração vermelha, apresentaram valores médios de 35,7 e quando colhidos em estágio completamente vermelho escuro, apresentaram valores médios de 40,2 (MÉNAGER et al., 2004).

A intensidade de cor representada pelo parâmetro a^* em morangos 'Camarosa' foi mantida durante o armazenamento a 1°C, seguido de 3 dias a 8°C como simulação da comercialização (MALGARIM et al., 2006), efeito semelhante ao observado no presente trabalho. Da mesma forma, durante o armazenamento a 4°C, morangos das cultivares Elsanta e Madame Moutot também apresentaram manutenção de a^* durante este período (CHISARI et al., 2007).

A coloração dos frutos é um dos fatores avaliados em análises sensoriais de aparência. Camargo et al. (2011) observaram maiores notas para a aparência de morangos de algumas cultivares, entre elas 'Oso Grande', produzidos sob o sistema de cultivo orgânico, porém, para o mesmo parâmetro, observaram resultados diferentes para as demais cultivares estudadas.

Embora no momento da colheita, tenha sido observada diferença entre os frutos provenientes dos dois sistemas de cultivo, ou seja, observou-se frutos orgânicos, mais coloridos que os convencionais, na média, o comportamento ao longo do armazenamento foi semelhante, tendo-se que o potencial de conservação da coloração foi semelhante em ambos.

No entanto, em um momento da comercialização, ou seja, no início, essa diferença observada pode gerar preterimento do morango convencional em relação ao orgânico.

5.2.1.2 Teor de sólidos solúveis

O teor médio de sólidos solúveis nos morangos orgânicos foi de 7,25 °Brix enquanto nos convencionais foi de 6,1 °Brix (Tabela 5), uma diferença de 18,8%. Este maior valor em morangos orgânicos também foi observado em 5 dos 7 pares avaliados individualmente. A maior diferença foi observada no par IV, onde essa vantagem chegou a 61,6%, com o morango orgânico apresentando 9,68 °Brix, e o convencional, 5,99 °Brix. Apenas os morangos dos pares VI e VII não apresentaram diferenças significativas quanto ao teor de sólidos solúveis (Tabela 5).

Tabela 5 – Valores médios do teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) dos morangos orgânicos e convencionais dos sete pares de propriedades e da avaliação geral

Pares	Orgânico	Convencional
I	7,28 A	6,42 B
II	7,09 A	5,52 B
III	6,82 A	6,45 B
IV	9,68 A	5,99 B
V	7,25 A	6,05 B
VI	6,31 A	6,25 A
VII	6,18 A	6,10 A
Geral	7,25 A	6,10 B

Foi utilizada transformação dos dados, porém, os valores apresentados na tabela correspondem aos originais

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade

Há muitos resultados na literatura que apontam diferenças significativas entre os frutos orgânicos e convencionais quanto ao teor de sólidos solúveis. Camargo et al. (2011) avaliando morangos ‘Oso Grande’ e Ávila et al. (2012), morangos ‘Camarosa’ e ‘Camino Real’, identificaram morangos convencionais com maior teor de sólidos solúveis que orgânicos.

Contudo, os resultados da literatura indicam que os frutos orgânicos apresentam maiores teores de sólidos solúveis que os convencionais, assim como no presente trabalho. Barrett et al. (2007) avaliaram esta variável em 4 pares de propriedades produtoras de tomates orgânicos e de tomates convencionais e observaram que em 2 pares, os frutos orgânicos apresentaram maiores teores e que nos outros 2 pares não se observou diferenças significativas.

O descrito por Cayuela et al. (1997), com base em 11 avaliações de morangos da cultivar Chandler, do mesmo par de propriedades, foi de que os morangos orgânicos, com 8,4 $^{\circ}$ Brix, apresentaram maiores teores que os convencionais, com 7,5 $^{\circ}$ Brix. Observaram também, essa mesma relação em 9 das 11 avaliações.

Utilizando-se outros parâmetros, como a análise sensorial, para caracterização do atributo “doçura” de morangos, Reganold et al. (2010) observaram maiores notas atribuídas para morangos ‘Diamante’ do sistema de cultivo orgânico, assim como Cayuela et al. (1997) também observaram através de avaliação sensorial em morangos Chandler.

Diversos estudos apontam que fatores ambientais, genéticos e agronômicos podem causar mudanças na composição química dos produtos de origem vegetal

(BORGUINI, 2006). A fertilização do solo no sistema de cultivo orgânico é realizada através de métodos e ferramentas que promovem uma liberação lenta dos nutrientes para a planta, diferentemente do realizado no sistema de cultivo convencional (WORTHINGTON, 2001). O nitrogênio é o nutriente que apresenta, isoladamente, o maior efeito na qualidade pós-colheita de frutos (CRISOTO; MITCHELL, 2002).

Raese et al. (2007), trabalhando com maçãs, além da redução na firmeza, também observaram redução nos teores de sólidos solúveis de frutos provenientes de plantas que foram adubadas com doses crescentes de nitrogênio. Crisoto e Mitchell (2002) mencionam que excessivas doses de nitrogênio no solo podem afetar negativamente a qualidade de vegetais, contribuindo para um menor teor de ácido ascórbico e de açúcares.

Desta forma, as diferenças encontradas entre os morangos orgânicos e os convencionais, podem estar possivelmente, relacionadas a tais condições em que as plantas foram submetidas durante o período de produção no campo.

Observou-se, durante o armazenamento, manutenção do teor de sólidos solúveis nos morangos provenientes dos dois modos de cultivo, com diferença aproximada de 1 °Brix entre eles. Os morangos provenientes do sistema convencional apresentaram teores de sólidos solúveis menores que o dos orgânicos, no momento da colheita (Figura 5). A interação entre os sistema de cultivo e os dias de armazenamento não foi significativa ($Pr = 0,935$), ou seja, morangos orgânicos e convencionais apresentaram mesma relação durante todo o armazenamento.

Figura 5 – Variação nos valores médios do teor de sólidos solúveis (°Brix) de morangos orgânicos e convencionais armazenados a $15 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ de umidade relativa, por 8 dias

Observou-se manutenção do teor de sólidos solúveis do início ao fim do armazenamento nos frutos de todos os pares de propriedades avaliados, com exceção do par I, no qual ocorreu diminuição do teor de sólidos solúveis nos frutos provenientes dos dois sistemas de cultivo (Figura 6).

Figura 6 – Valores médios do teor de sólidos solúveis (°Brix) de morangos orgânicos e convencionais nos sete pares de propriedades, no início e no fim do armazenamento

Com relação ao teor de sólidos solúveis, o teor de açúcares atinge o seu máximo nível no final da maturação (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Como se trata de um fruto não climatérico (KADER, 2002), o morango foi colhido no estágio maduro, não havendo variação no teor de sólidos solúveis, durante o período de armazenamento.

As taxas respiratórias dos frutos, durante o armazenamento pós-colheita em temperatura ambiente, tendem a aumentar e os primeiros substratos utilizados são os açúcares (SHARMA et al., 2008). Morangos são classificados como frutos que apresentam alta taxa respiratória (KADER, 2002), porém, no presente trabalho, a manutenção nesses teores pode ser atribuída ao fato dos morangos terem sido armazenados a 15°C. Malgarim et al. (2006) ao avaliarem morangos ‘Camarosa’ conservados a 0°C, seguido de 3 dias a 8°C, também observaram manutenção do teor de sólidos solúveis.

Ávila et al. (2012), apesar de algumas oscilações, também observaram manutenção nos teores de sólidos solúveis de morangos ‘Camarosa’ ao final do armazenamento dos morangos provenientes dos dois tipos de cultivo.

Com base no exposto, pode-se dizer que o período de conservação não exerceu efeito diferenciado nos frutos provenientes dos dois sistemas de cultivo, porém, um fruto que apresenta maior teor no início, se manterá mais elevado durante o período de armazenamento.

5.2.1.3 Índice de podridão

Os morangos produzidos de maneira orgânica apresentaram maior índice de podridão que os produzidos de maneira convencional (Tabela 6). Os frutos orgânicos apresentaram índice de 30,16% enquanto que os convencionais, de 25,66%.

Avaliando-se os resultados dos pares isoladamente, observou-se que dos 7 pares de propriedades, 4 também apresentaram o mesmo comportamento identificado na avaliação geral. Dentre os 3 restantes, o par IV apresentou frutos convencionais com maior índice (Tabela 6).

Tabela 6 – Valores médios do índice de podridão (%) de morangos orgânicos e convencionais dos sete pares de propriedades e da avaliação geral

Pares	Orgânico	Convencional
I	17,88 A	21,20 A
II	28,23 A	15,64 B
III	32,00 A	13,64 B
IV	34,83 B	49,49 A
V	19,51 A	26,96 A
VI	46,79 A	34,00 B
VII	36,05 A	26,28 B
Geral	29,00 A	26,13 B

Foi utilizada transformação dos dados, porém, os valores apresentados na tabela correspondem aos originais

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade do teste de comparação de médias

A incidência de podridão foi mais elevada que a observada por Shin et al. (2008). Estes autores armazenaram os frutos a 10°C e encontraram 29% e 72% de frutos com podridão no nono e décimo segundo dia, respectivamente. No presente trabalho, a temperatura utilizada foi de 15°C, o que provavelmente contribuiu para obtenção de 54% e 89% de índice de podridão, em média, no oitavo dia de armazenamento dos morangos convencionais e orgânicos, respectivamente.

Os sintomas de doenças observados neste trabalho foram: Podridão-mole causada por *Rhizopus* spp, mofo-cinza causado por *Botrytis cinerea* e antracnose causada por *Colletotrichum acutatum* Simmonds.

Ávila et al. (2012) não encontraram diferenças significativas entre morangos orgânicos e convencionais das cultivares Camino Real e Camarosa durante armazenamento por 8 dias a 1°C, assim como Lima et al. (2012) não encontraram em morangos armazenados a temperatura ambiente.

Na produção de morangos convencionais o controle de doenças é feito através do uso de produtos sintéticos, mas há fatores que podem interferir de maneira negativa. Bourn e Prescott (2002) mencionaram que a aplicação de altas doses de nitrogênio pode diminuir o teor de compostos fenólicos e tornar o fruto mais suscetível a pragas e doenças. O excesso de nutrientes na planta também pode causar o desequilíbrio nutricional, com a liberação de aminoácidos na seiva, favorecendo o ataque de pragas e doenças, conforme a teoria da “Trofobiose” (PENTEADO, 2010).

A ideia de que frutos orgânicos apresentem maior índice de podridão que os convencionais foi constatada no presente trabalho, embora em alguns pares tenha ocorrido resultado diferente, o que é um indicativo da potencialidade do sistema de produção orgânico.

Houve elevação do índice de podridão durante o período de armazenamento nos frutos provenientes dos dois sistemas de cultivo (Figura 7). Os frutos de ambos apresentaram a mesma variação, como pode ser confirmado pela interação não significativa entre o sistema de cultivo e os dias de avaliação ($Pr = 0,146$). Os valores do índice ao final desse período foram de 89,1% nos frutos orgânicos e 54,1% nos convencionais.

Figura 7 – Variação nos valores médios do índice de podridão (%) de morangos orgânicos e convencionais armazenados a $15 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ de umidade relativa, por 8 dias

Ao serem avaliados separadamente, observou-se que em todos os pares de propriedades houve aumento no índice de podridão, do início ao fim do armazenamento, independentemente do sistema de cultivo (Figura 8). No último dia de avaliação, não houve diferença significativa entre morangos orgânicos e convencionais em todos os pares avaliados, com exceção do par III, no qual o fruto orgânico apresentou maior índice de podridão que o convencional.

Figura 8 – Valores médios do índice de podridão (%) de morangos orgânicos e convencionais nos sete pares de propriedades, no início e no fim do armazenamento

Ávila et al. (2012) não observaram diferenças entre orgânicos e convencionais na incidência de podridão tanto para a cultivar Camarosa quanto para a Camino Real, cujo comportamento foi caracterizado pela manutenção deste atributo, o qual foi atribuído à baixa temperatura de armazenamento utilizada (1°C).

Enquanto Lima et al. (2012), ao avaliarem morangos armazenados à temperatura ambiente, também não observaram diferenças na incidência de podridão entre os morangos orgânicos e os convencionais, também identificaram aumento na incidência ao longo do armazenamento de ambos.

Embora tenha sido observado que os morangos orgânicos apresentam maior índice de podridão que os convencionais, ao final do armazenamento, não houve diferenças significativas entre eles. Armazenados à temperatura de 15°C, o índice de podridão dos morangos foi semelhante.

5.2.1.4 Densidade

Na avaliação da média geral, não se evidenciou diferenças significativas na densidade dos frutos provenientes dos dois sistemas de cultivo. O morango orgânico apresentou densidade de 0,89 g mL⁻¹, e os convencionais, 0,91 g mL⁻¹ (Tabela 7).

Avaliando-se os pares de propriedades separadamente, apenas nos pares I, III e VI foram observadas diferenças significativas, onde os morangos convencionais apresentaram maior densidade que os orgânicos (Tabela 7).

Tabela 7 – Valores médios da densidade (g mL⁻¹) dos morangos orgânicos e convencionais dos sete pares de propriedades e da avaliação geral

Pares	Orgânico	Convencional
I	0,89 B	0,91 A
II	0,89 A	0,88 A
III	0,89 B	0,94 A
IV	0,90 A	0,89 A
V	0,92 A	0,91 A
VI	0,88 B	0,90 A
VII	0,89 A	0,90 A
Geral	0,89 A	0,91 A

Foi utilizada avaliação não-paramétrica para os dados de densidade

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade

A densidade dos morangos foi medida devido à ideia de que poderia haver uma diferença anatômica entre os frutos orgânicos e convencionais como sugerem

Reganold et al. (2010). Com esta ideia, pretendia-se realizar análises anatômicas dos morangos, para que em conjunto com a densidade, fosse possível verificar alguma diferença entre os morangos, porém, não foi possível a realização de tais análises. Apenas a densidade foi medida, observando-se que não há diferença entre morangos orgânicos e convencionais. Em trabalhos encontrados na literatura, não é comum a realização deste tipo de análise.

5.2.1.5 Perda de massa

Não houve diferença significativa entre morangos orgânicos e convencionais, observada através da avaliação geral, porém a média de perda de massa nos morangos orgânicos foi de 2,38% e nos convencionais, de 2,43%. Avaliando-se separadamente os pares de propriedades, nos morangos de 4 dos 7 pares estudados, observou-se o mesmo comportamento (Tabela 8).

Tabela 8 – Valores médios da perda de massa (%) dos morangos orgânicos e convencionais dos sete pares de propriedades e da avaliação geral

Pares	Orgânico	Convencional
I	2,46 A	2,47 A
II	3,47 A	3,97 A
III	1,92 A	2,77 A
IV	2,84 A	2,52 B
V	1,63 A	1,49 B
VI	1,16 A	0,98 A
VII	2,48 A	1,90 B
Geral	2,38 A	2,43 A

Foi utilizada transformação dos dados, porém, os valores apresentados na tabela correspondem aos originais

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade

A perda de massa é a principal causa de deterioração porque resulta não apenas em perdas quantitativas, mas também em perdas relacionadas à aparência, textura e qualidade nutricional (KADER, 2002). O morango possui uma película superficial bastante fina e tenra, sendo altamente susceptível à perda d'água. Além disso, o cálice também contribui para transpiração do fruto.

Assim como o presente trabalho, Lima et al. (2012), Stertz (2004) e Abu-Zahra et al. (2007) trabalhando com morangos, também não encontraram diferenças significativas entre orgânicos e convencionais. Os últimos autores observaram

apenas menor porcentagem de umidade nos frutos orgânicos que foram adubados com fertilizantes que continham alto teor de matéria orgânica.

Possivelmente, a perda de massa dos frutos não é influenciada pelo sistema de cultivo, mas por outros fatores como os citados por Chitarra e Chitarra (2006), dentre eles, o nutricional, onde o cálcio exerce influência sobre a estrutura da membrana celular, alterando sua fluidez e permeabilidade, outro fator refere-se ao tipo e estrutura da cutícula, tamanho e número de estômatos e de lenticelas.

Outro fator envolvido também na perda de massa dos frutos são as estruturas anatômicas e morfológicas que podem variar em função tanto do fator genético quanto de condições de cultivo e edafoclimáticas (CHITARRA; CHITARRA, 2005), contudo, pelo menos com relação aos modos de cultivo orgânico e convencional, Stertz (2004) conclui não haver diferenças estruturais na morfologia de tomates cereja.

Durante o armazenamento, houve perda de massa acumulada até, aproximadamente, o valor de 7% (Figura 9). De acordo com a interação não significativa entre os sistemas de cultivo e os dias de avaliação ($Pr = 0,315$), nota-se que o comportamento durante o armazenamento dos morangos foi o mesmo para os dois sistemas de cultivo.

Figura 9 – Variação nos valores médios de perda de massa (%) de morangos orgânicos e convencionais armazenados a $15 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ de umidade relativa, por 8 dias

Ao se avaliar os pares de propriedades separadamente, observou-se que não houve diferenças significativas entre morangos orgânicos e convencionais, na

maioria dos pares, no fim do armazenamento. Apenas no par de propriedades I os frutos convencionais apresentaram maior perda de massa significativamente (Figura 10).

Figura 10 – Valores médios de perda de massa (%) de morangos orgânicos e convencionais nos sete pares de propriedades, no início e no fim do armazenamento.

Morangos ‘Jewel’ armazenados a 10°C e 95% de umidade relativa, como o presente trabalho, apresentaram aumento na porcentagem de perda de massa ao longo de 12 dias (SHIN et al., 2008).

Comparando a qualidade de morangos de diferentes sistemas de cultivo durante o armazenamento, Lima et al. (2012) não observaram diferenças entre os morangos e evidenciaram também elevação da perda de massa acumulada ao final deste período.

Ávila et al. (2012), embora tenham encontrado maior perda de massa nos frutos orgânicos, os morangos Camarosa e Camino Real apresentaram o mesmo comportamento ao longo do armazenamento.

Ambos os morangos provenientes dos diferentes sistemas de cultivo apresentaram mesmo comportamento ao longo do armazenamento, assim como é encontrado na literatura para esta variável.

5.2.1.6 Teor de antocianinas

O conteúdo de antocianinas foi mais elevado nos morangos convencionais, avaliando-se a média geral. Os frutos orgânicos apresentaram teor de 13,54 mg de

antocianinas por 100g de matéria fresca, enquanto que os convencionais, 15,18 mg por 100g (Tabela 9). Esta mesma constatação foi feita nos morangos provenientes dos diferentes sistemas de cultivo em 5 dos 7 pares de propriedades avaliados (Tabela 9).

Tabela 9 – Valores médios do teor de antocianinas ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) de morangos orgânicos e convencionais dos sete pares de propriedades e da avaliação geral

Pares	Orgânico	Convencional
I	11,38 B	11,61 A
II	14,19 A	14,28 A
III	14,99 B	20,28 A
IV	12,32 B	12,69 A
V	9,99 B	10,71 A
VI	19,83 A	19,45 A
VII	14,61 B	16,09 A
Geral	13,54 B	15,18 A

Foi utilizada transformação dos dados, porém, os valores apresentados na tabela correspondem aos originais

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade

A variação no teor e na proporção dos pigmentos é utilizada como indicativo do grau de maturação dos produtos hortícolas. A concentração de fenólicos é correlacionada com a capacidade antioxidante, podendo ser utilizada para o acompanhamento da perda de qualidade do produto na fase pós-colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As antocianinas pertencem ao grupo dos flavonoides, um dos principais representantes dos compostos fenólicos nas plantas. A enzima PAL, é a responsável pela catalização do processo que dá origem aos flavonoides e sua atividade pode ser influenciada por fatores ambientais como baixos níveis de nutrientes, luz e infecções causadas por fungos (TAIZ; ZEIGER, 2007). Assim, existe a hipótese de que o teor de fenólicos e antocianinas nos frutos pode variar de acordo com o sistema de cultivo utilizado na produção.

Ao se tratar de compostos fenólicos de maneira geral, são encontrados na literatura trabalhos que afirmam que os produtos orgânicos apresentam maior teor que os convencionais, como Arbos et al. (2010) avaliando hortaliças. Porém, Lima et al. (2008) e Oliveira et al. (2013) afirmam que a relação do teor de compostos fenólicos em produtos orgânicos e convencionais pode ser diferente do que é observado para antocianinas isoladamente.

Lima et al. (2008), avaliando diversas partes de plantas, observaram que a maioria das provenientes de cultivo no sistema orgânico demonstraram tendência de apresentar maiores teores de poliaminas e fenólicos totais, mas menores teores de flavonoides. Oliveira et al. (2013) observaram que o metabolismo dos compostos fenólicos foi estimulado em tomates orgânicos, com maior atividade da fenilalanina amônio liase (PAL) assim como o conteúdo de compostos fenólicos totais. Estes autores afirmam que esses resultados parecem confirmar a hipótese de haver uma ligação entre o metabolismo de fenóis e o estresse oxidativo, porém, observaram que as antocianinas não seguiram o mesmo padrão dos fenólicos totais, pois foi maior nos frutos convencionais e justificam que essa diferença pode indicar que o cultivo orgânico tem o efeito de modificar os níveis de transcrições ou a atividade das enzimas, controlando etapas intermediárias da via biossintética de compostos fenólicos.

Levando-se em consideração somente os teores de antocianinas, Cantillano et al. (2012) também observaram teor mais elevado em morangos Camarosa e Camino Real produzidos de maneira convencional. Porém, Camargo et al. (2011) encontraram, para a cultivar Oso Grande, maiores teores de antocianinas nos morangos provenientes do cultivo orgânico, assim como Jin et al. (2011) para outros duas cultivares.

Embora a literatura sugira que a exposição das plantas a situações de estresse possa modular a síntese de compostos de defesa, os benefícios da agricultura orgânica que resultam num incremento na concentração dessas substâncias não foi claramente observado (FALLER; FIALHO, 2010). Há a possibilidade também de que o controle alternativo utilizado na agricultura orgânica, para a produção de morangos, pode estar sendo tão eficiente quanto aquele utilizado no cultivo convencional, e por isso o sistema de defesa não esteja sendo estimulado como era de se esperar. Ou ainda, esta questão está relacionada ao teor de compostos fenólicos, cujo comportamento pode ser diferente das antocianinas.

Tanto para os frutos provenientes do sistema orgânico quanto para aqueles provenientes do sistema convencional, foi observado aumento do teor de antocianinas do início ao fim do período de armazenamento, atingindo teores próximos de 27 mg por 100 g de massa fresca de morangos. Observou-se também tendência de valores mais elevados nos frutos convencionais, porém, sem diferir significativamente (Figura 11). Essa semelhança no comportamento de ambos os

frutos ao longo do armazenamento também é demonstrada pela não significância da interação entre os sistemas de cultivo e os dias de avaliação ($Pr = 0,142$).

Figura 11 – variação nos valores médios do teor de antocianinas ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) de morangos orgânicos e convencionais armazenados a $15 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ de umidade relativa, por 8 dias

Avaliando-se os pares de propriedades separadamente foi observado aumento no teor de antocianina nos frutos em todos os pares. Os valores foram de 5 a 15 mg por 100 g de matéria fresca no início do armazenamento para em torno de 17 a 30 mg por 100 g no fim deste período. No fim do armazenamento, apenas os frutos convencionais provenientes dos pares V e VII apresentaram teor de antocianina significativamente mais elevado (Figura 12).

Figura 12 – Valores médios do teor de antocianinas ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) de frutos orgânicos e convencionais nos sete pares de propriedades, no início e no fim do armazenamento

O valor encontrado para morangos 'Albion' no estágio mais avançado de amadurecimento foi de 39 mg de pelargonidin-3-glucoside 100g^{-1} (ORNELAS-PAZ et al., 2013), que é superior aos encontrando no presente trabalho em morangos que foram colhidos no estágio de maturação menos avançado, representado por $\frac{3}{4}$ da superfície vermelha e, após serem armazenados.

Shin et al. (2008) ao armazenarem morangos colhidos com a extremidade superior apresentando coloração branca, como o realizado no presente trabalho ($\frac{3}{4}$ de coloração vermelha), observaram aumento no teor de antocianinas durante o armazenamento, e este aumento foi mais acentuado nos armazenados à temperatura de 10°C do que de 3°C . Demonstrando também o efeito da temperatura no teor deste pigmento, Jin et al. (2011) constataram maiores teores em morangos armazenados a 10°C que a 5 ou 0°C .

Embora de uma maneira geral, tenha sido observada diferença significativa no teor de antocianinas entre morangos orgânicos e convencionais, durante o armazenamento, observou-se semelhança do comportamento dos dois tipos de morangos.

5.2.2 Atributos que não apresentaram mesmo comportamento entre a avaliação geral e a maioria dos pares de propriedades na relação entre orgânicos e convencionais

5.2.2.1 Coordenada L^*

A luminosidade, ou brilho do fruto é representado pela coordenada L^* , onde valor 100 corresponde à cor branca e valor 0 à cor preta. Na tabela 10 é possível observar que a média geral foi maior nos morangos orgânicos que nos convencionais.

Ao se observar as médias dos pares separadamente, a relação entre orgânicos e convencionais apresentou variação (Tabela 10). Em 3 dos 7 pares avaliados (pares I, III e VII), o valor de L^* foi maior nos frutos orgânicos, em 3 (pares IV, V e VI) não houve diferença e, por fim, em um par (II), o fruto convencional apresentou maiores valores de L^* .

Tabela 10 – Valores médios da luminosidade (L*) de morangos orgânicos e convencionais dos sete pares de propriedades e da avaliação geral

Pares	Orgânico	Convencional
I	41,72 A	41,18 B
II	41,61 B	42,08 A
III	42,67 A	40,37 B
IV	37,18 A	38,96 A
V	39,30 A	40,52 A
VI	37,04 A	36,83 A
VII	41,11 A	40,58 B
Geral	40,44 A	40,37 B

Foi utilizada transformação dos dados, porém, os valores apresentados na tabela correspondem aos originais

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade

Na maioria dos trabalhos encontrados na literatura, não se observou diferenças na luminosidade dos frutos provenientes dos dois sistemas de cultivo, como Rocha (2010) ao avaliar morangos da cultivar Oso Grande e Ávila et al. (2012) ao avaliarem morangos ‘Camarosa’ e ‘Camino Real’ no dia da colheita. Avaliando tomates orgânicos e convencionais, Barrett et al. (2007) também não encontraram diferenças significativas na luminosidade dos frutos em 4 pares de propriedades produtoras.

Cayuela et al. (1997) assim, como o presente trabalho, observaram brilho mais intenso em morangos produzidos no sistema orgânico de produção.

Contudo, as diferenças encontradas no presente trabalho foram muito pequenas, pois os frutos orgânicos apresentaram valor médio de 40,44, e os convencionais, de 40,37, o que é imperceptível à olho nu. Assim, embora se tenha observado diferenças no brilho dos frutos, essas diferenças podem não refletir em maior aceitação ou rejeição por parte do consumidor.

Durante o armazenamento, foi observada diminuição da luminosidade nos frutos provenientes dos dois sistemas de cultivo (Figura 13). Do quarto dia de armazenamento até o fim, observou-se que os frutos de cultivo convencional passaram a apresentar tendência de redução mais acentuada, porém, não significativa.

Figura 13 – Variação nos valores médios da luminosidade (L^*) de morangos orgânicos e convencionais armazenados a $15 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ de umidade relativa, por 8 dias

Observando-se os pares de propriedades separadamente, também é possível identificar diminuição da luminosidade nos morangos dos dois sistemas de cultivo, e para a maioria dos pares, tanto no início quanto no fim do armazenamento, frutos orgânicos com luminosidade maior que os convencionais, ou sem diferenças significativas (Figura 14).

Figura 14 – Valores médios da luminosidade (L^*) de morangos orgânicos e convencionais nos sete pares de propriedades, no início e no fim do armazenamento

A variação observada também foi encontrada na literatura, onde morangos 'Jewel' colhidos no estágio de maturação correspondente a $\frac{3}{4}$ de coloração vermelha na superfície apresentaram decréscimo na luminosidade ao longo do

período de armazenamento (SHIN et al., 2008). Assim como, morangos das cultivares Elsanta e Madame Moutot apresentaram diminuição de L^* ao longo do armazenamento a 4°C (CHISARI et al., 2007).

Assim como a luminosidade de morangos ‘Albion’ colhidos nos estádios de maturação mais avançados é menor que a luminosidade daqueles colhidos em estádios menos avançados (Ornelas-Paz et al., 2013), a luminosidade dos frutos no fim do armazenamento também é menor que a do início deste.

Morangos da cultivar Camino Real também apresentaram diminuição da luminosidade no fim do armazenamento a 1°C, tanto em morangos provenientes do cultivo orgânico quanto do convencional (ÁVILA et al., 2012).

Portanto, os morangos orgânicos apresentaram pequena superioridade em relação aos convencionais quanto à luminosidade, e ao longo do armazenamento, tanto orgânicos quanto convencionais apresentaram mesmo comportamento.

5.2.2.2 Firmeza

A firmeza dos morangos orgânicos, avaliada através da média geral, foi maior que a dos convencionais. Os morangos provenientes do cultivo orgânico apresentaram firmeza de 7,48 N, enquanto que os provenientes do cultivo convencional apresentaram 6,87 N (Tabela 11), uma diferença que corresponde a 8,8%. Na análise individual dos pares de propriedades, essa vantagem chegou a 40,1%, como no par V, onde frutos orgânicos apresentaram 7,72 N e os convencionais, 5,51 N. Em um par de propriedades, os morangos convencionais foram mais firmes que os orgânicos (par VII), e em 3 deles, não houve diferença.

Tabela 11 – Média da firmeza (N) dos morangos orgânicos e convencionais nos sete pares de propriedades

Pares	Orgânico	Convencional
I	10,07 A	7,98 B
II	7,67 A	7,33 A
III	7,07 A	7,32 A
IV	6,39 A	5,56 B
V	7,72 A	5,51 B
VI	5,73 A	5,64 A
VII	6,29 B	7,40 A
Geral	7,48 A	6,87 B

Foi utilizada transformação dos dados, porém, os valores apresentados na tabela correspondem aos originais

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade

A firmeza é uma das características da textura e corresponde ao grau de resistência dos tecidos vegetais à compressão. É considerada como um dos principais atributos de qualidade e utilizada para avaliar a vida útil dos produtos hortícolas (CHITARRA; CHUITARRA, 2006). No caso do morango, que não possui a proteção de uma casca rígida, uma pequena diferença na firmeza pode ser determinante para minimizar os danos mecânicos advindos do manuseio e ampliar o tempo de conservação dos frutos.

A maioria dos trabalhos na literatura relata não haver efeito do sistema de cultivo na firmeza dos frutos, como o relatado por Cayuela et al. (1997), que comparou a firmeza de morangos da cultivar Chandler provenientes de ambos os sistemas de cultivo durante o ciclo da cultura na Espanha. Trabalho semelhante foi realizado por Reganold et al. (2010), nos Estados Unidos, com três cultivares de morangos, e não encontraram efeito do sistema de cultivo. Por outro lado, Ávila et al. (2012) observaram maiores valores de firmeza em morangos 'Camino Real' orgânicos (4,06 N) do que em convencionais (3,4 N). Estes resultados foram confirmados na cultivar Camarosa com 5,18 N nos orgânicos e 4,0 N nos convencionais.

Um dos principais fatores que diferenciam o sistema de produção orgânica e convencional é a fertilização. Na agricultura orgânica não são utilizados fertilizantes de rápida solubilidade no solo como é feito no cultivo convencional, o que pode influenciar os processos que são desencadeados pelo mineral nitrogênio, por exemplo. O nitrogênio trata-se do nutriente que apresenta, isoladamente, o maior efeito na qualidade pós-colheita de frutos (CRISOTO; MITCHELL, 2002).

Muitos trabalhos associam a menor firmeza de frutos a altas doses de nitrogênio aplicadas na produção, por exemplo, de maçãs, pimentas e ameixas (RAESE et al., 2007; LÓPEZ et al., 2013; CUQUEL et al., 2013) e também em morangos (CHELPIŃSKI et al., 2010; MINER et al., 1997).

Trabalhando com morangos da cultivar Kent, Chelpiński et al. (2010) observaram frutos com firmeza reduzida quando adubados apenas com nitrogênio do que quando adubados com fertilizantes composto por outros nutrientes em conjunto. O nitrogênio é um elemento muito benéfico à planta e incrementa sua produção. Porém, o uso de formas minerais solúveis, ou esterco puros, pode trazer

malefícios como afetar a coloração, diminuir a resistência ao transporte, aumentar a incidência de doenças e atrasar a maturação dos frutos (PENTEADO, 2010).

Houve ligeira diminuição da firmeza dos morangos convencionais já a partir do segundo dia de armazenamento, enquanto que nos orgânicos, observou-se manutenção até o segundo dia seguido de ligeiro aumento. Porém, tanto orgânicos quanto convencionais atingem o final do período de armazenamento com firmeza semelhante (Figura 15). Este aumento na firmeza dos morangos orgânicos foi gerado, provavelmente, pelo resultado da avaliação do par de propriedades V que será discutido adiante.

Figura 15 – Variação nos valores médios da firmeza (N) de morangos orgânicos e convencionais armazenados a $15 \pm 1^{\circ}\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ de umidade relativa, por 8 dias

Avaliando-se os pares de propriedades separadamente, observou-se também a manutenção da firmeza, sendo identificada em alguns pares de propriedades, ligeira queda, mais frequente nos frutos convencionais. Desta maneira, embora tenham ocorrido diferenças entre a firmeza dos frutos orgânicos e convencionais, o comportamento deste atributo de qualidade, durante o armazenamento, é semelhante nos frutos provenientes dos dois tipos de cultivo (Figura 16).

Figura 16 – Valores médios da firmeza (N) de morangos orgânicos e convencionais nos sete pares de propriedades, no início e no fim do armazenamento

A perda de firmeza está associada a mudanças texturais. Envolve a alteração na estrutura e composição da parede celular e degradação da celulose e de componentes das pectinas. Muitas enzimas estão envolvidas na degradação das paredes celulares dos frutos (SHARMA et al., 2008). No caso de morangos, as principais responsáveis pela perda de firmeza do fruto são as celulasas (ABELES; TAKEDA, 1990).

Embora tenha ocorrido algumas oscilações durante o armazenamento, tanto os morangos orgânicos quanto os convencionais atingem o final deste período com firmeza semelhante, concordando com resultados encontrados por Ávila et al. (2012). Os mesmos autores também observaram para a cultivar Camino Real produzida de maneira orgânica, um pico na firmeza dos morangos no segundo dia de armazenamento, assim como na cultivar Camarosa convencional. E associam esta elevação na firmeza à desidratação sofrida pelos frutos.

Malgarim et al. (2006) observaram acréscimo na firmeza de morangos 'Camarosa' durante o armazenamento a 0°C, seguido de 3 dias à temperatura de 8°C. Os autores atribuíram esse acréscimo à desidratação dos frutos.

Paniagua et al. (2013), ao avaliar a relação entre a perda de massa fresca e a firmeza de mirtilos, constataram que com pequenas perdas de massa (0,22-1,34%), há aumento na firmeza durante o armazenamento, e com níveis mais elevados (3,47-15,06%) de perda de massa, há também perda de firmeza dos frutos.

Por outro lado, morangos 'Jewel' armazenados à 10°C apresentaram redução da firmeza durante o armazenamento (SHIN et al., 2008) e Lima et al. (2012) observaram manutenção da firmeza em morangos cultivados em ambos os sistemas de cultivo ao longo deste período.

Valores de firmeza que aumentaram durante o armazenamento foram observados nos morangos orgânicos do par de propriedades V, o que contribuiu para o aumento na média representado na Figura 4. Neste par, observou-se baixos valores de perda de massa, na média, 1,63 % de perda de massa nos frutos orgânicos, porém os frutos convencionais apresentaram perda de massa semelhante sem que houvesse elevação da firmeza. Dessa forma, possivelmente a diferença está ligada ao sistema de produção em si, porém, como foi observado em apenas um dos setes pares avaliados, não pode-se fazer constatações.

Durante o armazenamento, morangos convencionais apresentaram firmeza menor que os orgânicos, porém, ao final do mesmo, ambos apresentaram firmeza semelhante. Este fato pode resultar em melhor qualidade dos orgânicos em uma comercialização mais imediata, porém, quando há necessidade de maior período de prateleira, frutos de ambos os sistemas de cultivo apresentam firmeza semelhante.

5.2.2.3 Matéria seca

A média geral da análise de matéria seca apontou morangos orgânicos com maiores teores que os convencionais, porém apenas um par de propriedades avaliado apresentou frutos com diferenças significativas desta variável entre morangos orgânicos e convencionais (Tabela 12), sendo que o restante apresentou valores que não diferiram entre si. A porcentagem de matéria seca foi avaliada apenas em quatro pares de propriedades, por isso, foi incluída entre aquelas em que não foram observadas repetições nos resultados entre frutos orgânicos e convencionais.

Tabela 12 – Valores médios de matéria seca (%) de morangos orgânicos e convencionais de quatro pares de propriedades e da avaliação geral

Pares	Orgânico	Convencional
IV	12,13 A	8,40 B
V	8,31 A	7,84 A
VI	8,21 A	8,38 A
VII	8,67 A	8,57 A
Geral	9,33 A	8,30 B

Stertz (2004) também não observou diferença significativa no teor de matéria seca de morangos produzidos e comercializados na região metropolitana de Curitiba sob os sistemas de cultivo orgânico e convencional, assim como Aldrich et al. (2010) também não encontraram entre tomates e Abu-Zahra et al. (2007) só observaram maior porcentagem em morangos orgânicos que receberam fertilizantes com altas doses de matéria orgânica.

Contudo, teores de matéria seca mais elevados em morangos orgânicos que em convencionais foi observado por Reganold et al. (2010). Da mesma forma que Cayuela et al. (1997) também afirmaram haver diferença significativa no teor de matéria seca de frutos provenientes de cultivo orgânico e de convencional, sendo o comportamento mais observado dentre as 11 avaliações realizadas, foi o do morango orgânico apresentando maior matéria seca que o convencional.

5.2.2.4 Acidez titulável

Na média geral dos pares de propriedades, não houve diferença significativa entre o teor de acidez titulável nos frutos orgânicos, com 0,88% de ácido cítrico e nos convencionais, com 0,90% (Tabela 13).

Ao serem avaliados separadamente, notou-se variação no comportamento do orgânico em relação ao convencional entre os diferentes pares de propriedades. Nos pares I, II e IV a acidez titulável dos morangos orgânicos foi maior que a dos convencionais, e nos pares III, V, VI e VII, foi observado o contrário (Tabela 13).

Tabela 13 – Valores médios de acidez titulável (%) de morangos orgânicos e convencionais dos sete pares de propriedades e da avaliação geral

Pares	Orgânico	Convencional
I	0,86 A	0,79 B
II	0,91 A	0,78 B
III	0,72 B	0,84 A
IV	1,05 A	0,96 B
V	0,74 B	0,88 A
VI	0,98 B	1,09 A
VII	1,05 B	1,14 A
Geral	0,88 A	0,90 A

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Reganold et al. (2010), ao avaliarem três cultivares de morangos, observaram que em uma delas, o fruto orgânico apresentou maior acidez, em outra, o convencional apresentou e na terceira, não houve diferença significativa. Da mesma forma, Cayuela et al. (1997) não observaram, na média geral, diferença significativa no teor de acidez, e separadamente, identificaram oscilação do comportamento entre orgânicos e convencionais nos resultados das 11 avaliações realizadas.

Camargo et al. (2011) não observaram diferenças significativas no teor de acidez titulável de morangos produzidos nos dois sistemas de cultivo, para a cultivar Oso Grande, assim como Lima et al. (2012) não observaram em ‘Oso Grande’ e ‘Camino Real’.

Avaliando cultivares de tomates, Oliveira et al. (2013) encontraram maior acidez titulável nos frutos orgânicos que nos convencionais, enquanto Borguini (2002), observou maior acidez nos frutos convencionais na cultivar Carmem, e o apostou na cultivar Débora.

Tanto na literatura, quanto no presente trabalho, foram observadas muitas variações no comportamento dos morangos orgânicos e convencionais, dessa forma, possivelmente, a acidez do fruto está mais relacionada a outros fatores do que às diferenças no modo de cultivo dos frutos.

Durante o armazenamento, embora se observe tendência de oscilação na acidez titulável tanto dos frutos orgânicos quanto dos convencionais, as diferenças não foram estatisticamente significativas, com valores mantendo-se entre 0,8 e 1,0% de ácido cítrico (Figura 17).

Figura 17 – Variação nos valores médios da acidez titulável de morangos orgânicos e convencionais armazenados a $15 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ de umidade relativa, por 8 dias

Diante da avaliação dos pares separadamente, observou-se a manutenção da acidez titulável dos morangos provenientes dos dois sistemas de cultivo na maioria dos pares avaliados. Apenas nos morangos do par V observou-se elevação da acidez ao final do armazenamento para os frutos convencionais e no par VII, para ambos os frutos (Figura 18).

Figura 18 – Valores médios de acidez titulável (%) dos frutos orgânicos e convencionais dos sete pares de propriedades, no início e no fim do armazenamento

No presente trabalho foi observada manutenção da porcentagem de ácido cítrico dos morangos de ambos os sistemas de cultivo com pequenas oscilações,

mas que não resultam em diferenças significativas. Comportamento semelhante foi observado por Lima et al. (2012) que também não observaram diferenças ao longo armazenamento na porcentagem de acidez titulável, tanto em morangos orgânicos quanto em morangos convencionais armazenados à temperatura ambiente.

Quando utilizada temperatura mais baixa para armazenamento, como observado por Malgarim et al. (2006), em morangos 'Camarosa' armazenados a 0°C seguido de 3 dias a 8°C, não observou-se influencia na porcentagem de acidez titulável dos morangos, sendo mantida ao redor de 0,63%.

Tanto morangos produzidos no sistema de cultivo orgânico quanto produzidos no sistema convencional, possuem o mesmo desempenho com relação à acidez titulável durante o armazenamento.

5.2.2.5 Ácido ascórbico

Não se observou diferença significativa no teor de ácido ascórbico, entre os frutos provenientes dos dois sistemas de cultivo, na média geral. Os teores encontrados foram de 49,07 mg por 100 g de matéria fresca nos morangos orgânicos e de 52,32 mg por 100 g nos morangos convencionais. Entre os pares de propriedades, separadamente, verificou-se variação do comportamento entre orgânicos e convencionais (Tabela 14). Em 3 dos 7 pares não se observou diferenças significativas (pares IV, VI e VII), em 2 pares o fruto orgânico apresentou maiores teores de ácido ascórbico (pares I e II) e em outros 2, maiores teores nos frutos convencionais (pares III e V) (Tabela 14).

Tabela 14 – Valores médios do teor de ácido ascórbico ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$ de massa fresca) de morangos orgânicos e convencionais dos sete pares de propriedades e da avaliação geral

Pares	Orgânico	Convencional
I	49,35 A	44,85 B
II	58,74 A	56,74 B
III	50,80 B	58,67 A
IV	43,67 A	43,35 A
V	26,04 B	31,92 A
VI	59,74 A	64,53 A
VII	56,92 A	58,18 A
Geral	49,07 A	52,32 A

Foi utilizada transformação dos dados, porém, os valores apresentados na tabela correspondem aos originais

Médias seguidas de mesma letra na linha, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade

Os valores encontrados no presente trabalho estão próximos do apresentado na tabela de nutrientes para referência padrão da USDA, que é para morangos, em média, 58,8 mg por 100 g de matéria fresca (UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA, 2013).

Na literatura são encontrados resultados indicando não haver diferenças significativas do teor de ácido ascórbico entre morangos orgânicos e convencionais (AMARO, 2005; CAYUELA et al., 1997; ROCHA, 2010), como no presente trabalho, bem como indicando superioridade do cultivo orgânico (REGANOLD et al., 2010; CRESCENTE-CAMPO et al., 2012) ou do cultivo convencional (CARDOSO et al., 2011).

Diferenças no teor de vitamina C não têm sido conclusivas. Como o conteúdo de vitamina C é prontamente afetado pelo estágio de maturação, condições de armazenamento, danos mecânicos e presença de oxigênio, são fatores que vão além do sistema de cultivo, portanto, pode haver variações consideráveis nos resultados tanto dentro quanto entre os estudos realizados (BOURN; PRESCOTT, 2002). Lee e Kader (2000) afirmam que para a obtenção de um produto com maior teor de vitamina C, a seleção do genótipo é mais importante que as condições climáticas e as práticas culturais.

Observou-se incremento nos teores de ácido ascórbico durante o armazenamento. Esse comportamento foi semelhante nos frutos provenientes dos dois sistemas de cultivo, atingindo ao final desse período, valores de até 92,6 mg por 100 g de matéria fresca nos frutos orgânicos e de 68,9 mg por 100 g nos convencionais (Figura 19).

Figura 19 – Variação nos valores médios do teor de ácido ascórbico ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) de morangos orgânicos e convencionais armazenados a $15 \pm 1^\circ\text{C}$ e $90 \pm 5\%$ de umidade relativa, por 8 dias

Na avaliação dos pares de maneira separada, notou-se que nos pares I e II, houve aumento no teor de ácido ascórbico ao final do armazenamento; nos pares III, IV, V houve manutenção dos teores; e nos pares VI e VII observou-se manutenção no teor de ácido ascórbico dos morangos orgânicos, enquanto que nos convencionais, houve aumento, e queda, respectivamente (Figura 20).

Figura 20 – Valores médios de ácido ascórbico ($\text{mg } 100\text{g}^{-1}$) de morangos orgânicos e convencionais nos sete pares de propriedades, no início e no fim do armazenamento

O ácido ascórbico é um antioxidante não enzimático. Muitos fatores pós-colheita, como duração e temperatura do armazenamento podem ter influência sobre o estresse que os vegetais estão expostos e eventualmente alteram os níveis de antioxidantes. De maneira geral, os níveis de antioxidantes aumentam durante uma condição de estresse moderado, e diminuem com o aumento do nível de stress (SHARMA et al., 2008). O baixo pH de certas frutas é responsável pela estabilidade da vitamina C durante o armazenamento (DAVEY et al., 2000).

Semelhante ao observado no presente trabalho, durante o armazenamento à 10°C de morangos 'Jewel', foi observado aumento no teor de ácido ascórbico até o sexto dia, seguido de manutenção até o fim do armazenamento (SHIN et al., 2008).

Por outro lado, Cantillano et al. (2012), avaliando morangos armazenados a 1°C, observaram que no início desse período, morangos convencionais apresentaram maior teor de ácido ascórbico que os orgânicos, porém, ao longo do armazenamento, esse comportamento variou em ambas cultivares.

Desta forma, em temperaturas de armazenamento mais elevadas como a utilizada no presente trabalho, encontrou-se elevação no teor de ácido ascórbico de morangos durante este período, e este comportamento foi o mesmo, independente do sistema de cultivo utilizado.

6 CONCLUSÃO

- Ao realizar a avaliação de morangos oriundos de diferentes propriedades de produção, é possível representar a realidade da qualidade dos frutos provenientes do cultivo orgânico e do cultivo convencional de uma determinada região produtora.
- Morangos produzidos no sistema orgânico possuem maior teor de sólidos solúveis e maior firmeza que aqueles produzidos no sistema convencional. Estes morangos apresentam também maiores valores médios para as coordenadas de cor L^* e a^* , e para porcentagem de matéria seca, embora haja variação na análise individual de cada par de propriedades estudado.
- A perda de massa fresca, a densidade e os teores de acidez titulável e de ácido ascórbico não são influenciados pelo sistema de cultivo.
- Os frutos produzidos no sistema convencional apresentam maior teor de antocianina e menor índice de podridão que aqueles produzidos no sistema orgânico.
- Para a maioria das variáveis estudadas, morangos orgânicos e convencionais apresentam mesmo comportamento durante o armazenamento.

REFERÊNCIAS

ABELES, F.B.; TAKEDA, F. Cellulase activity and ethylene in Ripening strawberry and apple fruits. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 42, n. 4, p. 269-275, 1990.

ABU-ZAHRA, T.R.; AL-ISMAIL, K.; SHATAT, F. Effect of organic and conventional systems on fruit quality of strawberry (*Fragaria x Ananassa* Duch) grown under plastic house conditions in the Jordan Valley. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 741, p. 159-171, 2007.

AGENCE FRANÇAISE DE SECURITE SANITAIRE DES ALIMENTS. **Evaluation nutritionnelle et sanitaire des aliments issus de l'agriculture biologique**. Disponível em: <http://www.afssa.fr/dossiers/index.asp?id_dossier=4267.htm>. Acesso em: 10 out. 2003.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Programa de Análise de Resíduo de Agrotóxicos em Alimentos (PARA)**. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/b380fe004965d38ab6abf74ed75891ae/Relat%C3%B3rio+PARA+2010+-+Vers%C3%A3o+Final.pdf?MOD=AJPERES>>. Acesso em: 01 fev. 2012.

ALDRICH, H.T.; SALANDANAN, K.; KENDALL, P.; BUNNING, M.; STONAKER, F.; KÜLEN, O.; STUSHNOFF, C. Cultivar choice provides option for local production of organic and conventionally produced tomatoes with higher quality and antioxidant content. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 90, n. 15, p. 2548-2555, 2010.

AMARO, A.P.; MONTEIRO, M. Rendimento de extração da polpa e características físico-químicas do maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Sims. Deg.) produzido por cultivo orgânico e convencional em relação à cor da casca. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 12, n.1, p. 171-184, 2001.

AMARO, F.S. **Teores de licopeno e ácido ascórbico em morangos cv. Vila Nova produzidos em sistemas de cultivo orgânico e convencional**. 2005. 103 p. Dissertação (Mestrado em Horticultura) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Faculdade de agronomia, Porto Alegre, 2005.

AMODIO, M.L.; COLELLI, G.; HASEY, J.K.; KADER, A.A. A comparative study of composition and postharvest performance of organically and conventionally grown kiwifruits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London v. 87, n. 7, p. 1228-1236, 2007.

ANTUNES, L.E.C.; DUARTE FILHO, J.D.; CALEGARIO, F.F.; COSTA, H.; REISSER JUNIOR, C. Produção integrada de morango (PIMo) no Brasil. In: Morango: conquistando novas fronteiras. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 34-39, jan./fev. 2007.

ANTUNES, L.E.C. **Árvore do conhecimento**: Morango. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/morango/arvore/CONT000fmxotm4d02wyiv8065610do1fgl2q.html>> Acesso em: 28 maio 2013.

ARBOS, K.A.; FREITAS, R.J.S.; STERTZ, S.C. DORNAS, M.F. Atividade antioxidante e teor de fenólicos totais em hortaliças orgânicas e convencionais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 501-506, 2010.

ASAMI, D.K.; HONG, Y.J.; BARRETT, D.M.; MITCHELL, A.E. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional, organic and sustainable agricultural practices. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 51, n. 5, p. 1237-1241, 2003.

ÁVILA, J.M.M.; TORALLES, R.P.; CANTILLANO, R.F.F.; PERALBA, M.C.R.; PIZZOLATO, T.M. Influência do sistema de produção e do armazenamento refrigerado nas características físico-químicas e no desenvolvimento de compostos voláteis em morangos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 12, p. 2265-2271, 2012.

AWANG, Y.B.; ATHERTON, J.G. Growth and fruiting responses of strawberry plants grown on rockwool to shading and salinity. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 62, n. 1/2, p. 25-31, 1995.

BALBINO, J.M.S.; COSTA, H. Manejo na colheita e em pós-colheita do morango. In: BALBINO, J.M.S. **Tecnologias para produção, colheita e pós-colheita de morangueiro**. Vitória: INCAPER, 2006. p. 69-74.

BARDIN-CAMPAROTTO, L.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; BLAIN, G.C.; MORAES, J.F.L.; HERNANDES, J.L. **Polo turístico do circuito das frutas do Estado de São Paulo**: fisiografia e clima. 2013. (IAC. Boletim Técnico, 213). Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/publicacoes/publicacoes_online/pdf/BT213.pdf>. Acesso em: 12 set. 2013.

BARRETT, D.M.; WEAKLEY, C.; DIAZ, J.V.; WATNIK, M. Qualitative and nutritional differences in processing tomatoes grown under commercial organic and conventional production systems. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 72, n. 9, p. C441-C451, 2007.

BENGE, J.R.; BANKS, N.H.; TILLMAN, R.NIHAL de SILVA, H. Pairwise comparison of the storage potential of kiwifruit from organic and conventional production systems. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, Wellington, v. 28, n. 2, p. 147-152, 2000.

BORQUINI, R.G. **Avaliação do potencial antioxidante e de algumas características físico-químicas de tomate (*Lycopersicon esculentum*) orgânico em comparação ao convencional**. 2006. 178 p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) – Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

BORGUINI, R.G.; SILVA, M.V. Características físico-químicas e sensoriais de tomate (*Lycopersicon esculentum*) produzido por cultivo orgânico em comparação ao convencional. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 16, n. 4, p. 355-361, 2005.

BOURN, D.; PRESCOTT, J. A comparison of the nutritional value, sensory qualities, and food safety of organically and conventionally produced foods. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 42, n. 1, p. 1-34, 2002.

CALVETE, E.O.; MARIANI, F. WESP, C.L.; NIENOW, A.A.; CASTILHOS, T.; CECCHETTI, D. Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 396-401, 2008.

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

CANTILLANO, F.; BENDER, J.R.; LUCHSINGER, L.L. Fisiologia e manejo pós-colheita. In: CANTILLANO, F. **Morango: pós-colheita**. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, 2003. p. 14-24. (Série Frutas do Brasil, 28).

CARDOSO, P.C.; TOMAZINI, A.P.B.; STRINGHETA, P.C.; RIBEIRO, S.M.R.; PINHEIRO-SANT'ANA, H.M. Vitamin C and carotenoids in organic and conventional fruits grown in Brazil. **Food Chemistry**, London, v. 126, n. 2, p. 411-416, 2011.

CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M.M. **Análise química de alimentos**. Campinas: ITAL, 1990. 121 p.

CARVALHO, S. **Dados confirmam que cultivo de morango cresce cada vez mais na agricultura familiar**. Disponível em:

<http://www.emater.mg.gov.br/portal.cgi?flagweb=site_tpl_paginas_internas&id=7916>. Acesso em: 12 jun. 2013.

CAYUELA, J.A.; VIDUEIRA, J.M.; ALBI, M.A.; GUTIÉRREZ, F. Influence of the ecological cultivation of strawberries (*Fragaria x Ananassa*) cv. Chandler on the quality of the fruit and on their capacity for conservation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 45, n. 5, p. 1736-1740, 1997.

CHELPIŃSKI, P.; SKUPIEŃ, K.; OCHMIAN, I. Effect of fertilization on yield and quality of cultivar Kent strawberry fruit. **Journal of Elementology**, Poland, v. 15, n. 2, p. 251-257, 2010.

CHISARI, M.; BARBAGALLO, R.N.; SPAGNA, G. Characterization of polyphenol oxidase and peroxidase and influence on browning of cold stored strawberry fruit. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 55, n. 9, p. 3469-3476, 2007.

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

CHITARRA, M.I.F; CHITARRA, A.B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: glossário**. Lavras: UFLA, 2006. 256p.

CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE KÖPPEN-GEIGER. Disponível em: <http://portais.ufg.br/uploads/68/original_Classifica____o_Clim__tica_Koppen.pdf>. Acesso em: 01 maio 2013.

COSTA, F.B. **Fisiologia e conservação de cultivares de morangos inteiros e minimamente processados**. 2009.115 p. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

CRECENTE-CAMPO, J.; NUNES-DAMACENO, M.; ROMERO-RODRÍGUEZ, M.A; VÁZQUEZ-ODÉRIZ, M.L. Color, anthocyanin pigment, ascorbic acid and total phenolic compound determination in organic versus conventional strawberries (Fragaria x ananassa Duch, cv Selva). **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 28, n.1, p. 23-30, 2012.

CRISOTO, C.H. ;MITCHELL, J.P. Preharvest factors affecting fruit quality. In: KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 3rd ed. Davis: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, 2002. p. 49-54.

CUQUEL, F.L.; MOTTA, A.C.V.; TUTIDA, I., MIO, L.L.M. Nitrogen and potassium fertilization affecting the plum postharvest quality. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. esp.I, p. 328-336, 2011.

DAROLT, M.R. Comparação entre a qualidade do alimento orgânico e a do convencional. In: STRINGUETA, P.C.; MUNIZ, J.N. **Alimentos orgânicos: produção, tecnologia e certificação**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2003. p. 289-312.

DARVEY, 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**, London, v. 80, n. 7, p. 825-860, 2000.

DIAS, M.S.C.; COSTA, H.; CANUTO, R.S. Manejo de doenças do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 64-77, 2007.

DUARTE FILHO, J. Cultivares de morango. In: CARVALHO, S.P. **Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico**. Belo Horizonte: FAEMG, 2006. p. 159.

FALLER, A.L.K.; FIALHO, E. Polyphenol content and antioxidant capacity in organic and conventional plant foods. **Journal of Food Composition and Analysis**, San Diego, v. 23, n. 6, p. 561-568, 2010.

FISCHER, I.H.; ARRUDA, M.C.; ALMEIDA, A.M.; GARCIA, M.J.M.; JERONIMO, E.M.; PINOTTI, R.N.; BERTANI, R.M.A. Doenças e características físicas e químicas pós-colheita em maracujá amarelo de cultivo convencional e orgânico no centro oeste paulista. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 2, p. 254-259, 2007.

FLORES – CANTILLANO, F.R. Fisiologia pós-colheita e armazenamento de morangos. In: DUARTE FILHO, J.; CANÇADO, G.M.A.; REGINA, M.A.; ANTUNES, L.E.; FADINI, M.A. **Morango**: tecnologia de produção e processamento. Caldas: EPAMIG, 1999. p. 187-204.

GEBRIM, S. **Mercado interno de orgânicos cresce 40%**. 2011. Disponível em: <http://www.ibd.com.br/pt/NoticiasDetalhes.aspx?id_conteudo=44>. Acesso em: 02 mar. 2011.

HÄKKINEN, S.H.; TÖRRÖNEN, A.R. Content of flavonols and selected phenolic acids in strawberries and Vaccinium species: influence of cultivar, cultivation, cultivation site and technique. **Food Research International**, Barking, v. 33, n. 6, p. 517-524, 2000.

HALLMANN, E. The influence of organic and conventional cultivation systems on the nutritional value and content of bioactive compounds in selected tomato types. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 92, n. 14, p. 2840-2848, 2012.

HENZ, G.P.; REIS, A.; SILVA, K.C.C.; PEREIRA, S.F. **Incidência de doenças pós-colheita em frutos de morango produzidos no Distrito Federal**. Brasília: EMBRAPA, 2008. 8 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 45).

HOWARD, C.M.; MAAS, J.L.; CHANDLER, C.K.; ALBREGTS, E.E. Anthracnose of strawberry caused by the Colletotrichum complex in Florida. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 76, n. 10, p. 976-981, 1992.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo agropecuário 2006**. Disponível em: <http://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/51/agro_2006.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2013.

JIN, P.; WANG, S.Y.; WANG, C.Y.; ZHENG, Y. Effect of cultural system and storage temperature on antioxidant capacity and phenolic compounds in strawberries. **Food Chemistry**, London, v. 124, n. 1, p. 262-270, 2011.

KADER, A.A. Quality and safety factors: definition and evaluation for fresh horticultural crops. In: KADER, A.A. **Postharvest technology of horticultural crops**. 3rd ed. Davis: University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, 2002. p. 279-286.

KOVAČEVIĆ, D.B.; VAHČIĆ, N.; LEVAJ, B.; DRAGOVIĆ-VZELAC, V. The effect of cultivar and cultivation on sensory profiles of fresh strawberries and their purées. **Flavour and Fragrance Journal**, Chichester, v. 23, n. 5, p. 323-332, 2008.

LEE, S.K.; KADER, A.A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, n. 3, p. 207-220, 2000.

LEES, D.H.; FRANCIS, F.J. Standardization of pigment analyses in cranberries. **HortScience**, Alexandria, v. 7, p. 83-84, 1972.

LEGAZ, M.E.; DE ARMAS, R.; PINON, D. ; VICENTE, C. Relationships between phenolic-conjugated polyamines and sensitivity of sugarcane to smut (*Ustilago scitaminea*). **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 49, p. 1723-1728, 1998.

LESTER, G.E. Organic versus conventionally grown produce: quality differences, and guidelines for comparison studies. **HortScience**, Alexandria, v. 41, n. 2, p. 296-300, 2006.

LIMA, G.P.P.; VIANELLO, F. Review on the main differences between organic and conventional plant-based foods. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 46, n. 1, p. 1-13, 2011.

LIMA, G.P.P.; ROCHA, S.A.; TAKAKI, M.; RAMOS, P.R.R. ; ONO, E.O. Comparison of polyamine, phenol and flavonoid contents in plants grown under conventional and organic methods. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 43, n.10, p. 1838-1843, 2008.

LIMA, M.A.; CALEGARIO, F.F.; SANCHES, J. Qualidade e segurança de morangos produzidos em diferentes sistemas de produção. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. S7560-S7567, 2012.

LÓPEZ, A.; FENOLL, J.; HELLÍN, P.; FLORES, P. Physical characteristics and mineral composition of two pepper cultivars under organic, conventional and soilless cultivation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 150, n. 4, p. 259-266, 2013.

LOPES DA SILVA, F.; ESCRIBANO-BAILÓN, M.T.; ALONSO, J.J.P.; RIVAS-GONZALO, J.C.; SANTOS-BUELGA, C. Anthocyanin pigments on strawberry. **LWT – Food Science and Technology**, Zurich, v. 40, n. 2, p. 374-382, 2007.

LÓPES CAMELO, A.F.; GÓMES, P.A. Comparison of color indexes for tomato ripening. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 534-537, 2004.

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**, Jaboticabal, v. 28, n. 2, p. 185-189, 2006.

MANNING, K. Soft fruit. In: SEYMOUR, G.B., TAYLOR, J.E., TUCKER, G.A. (Ed.). **Biochemistry of fruit ripening**. London: Chapman and Hall, 1993. p. 347-377.

MÉNAGER, I.; JOST, M.; AUBERT, C. Changes in physicochemical characteristics and volatile constituents of strawberry (cv. Cigaline) during maturation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 52, n. 5, p. 1248-1254, 2004.

MINER, G.S.; POLING, E.B.; CARROLL, D.E.; NELSON, L.A. Influence of fall nitrogen and spring nitrogen-potassium applications on yield and fruit quality of 'Chandler' strawberry. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 122, n. 2, p. 290-295, 1997.

NUNES, M.C.N.; BRECHT, J.K.; MORAIS, A.M.M.B; SARGENT, S.A. Controlling temperature and water loss to maintain ascorbic acid levels in strawberries during postharvest handling. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 63, n. 6, p. 1033-1036, 1998.

OLIVEIRA, A.B.; MOURA, C.F.H, GOMES-FILHO, E.; MARCO, C.A.; URBAN, L.; MIRANDA, M.R.A. The impact of organic farming on quality of tomatoes is associated to increased oxidative stress during fruit development. **PloS ONE**, São Francisco, v. 8, n. 2, p. e56354, 2013.

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

OLIVEIRA, R.P. de; SCIVITTARO, W.B.; ROCHA, P.S.G. da; SEVERO, J.; SILVA, J.D.; GULARTE, V.F. '**Strawberry Festival**': nova cultivar de morangueiro recomendada para o Rio Grande do Sul. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009a. 21 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 96).

OLIVEIRA, R.P. de; SCIVITTARO, W.B.; ROCHA, P.S.G. da; SEVERO, J.; TIECHER, A.; SILVA, J.A. '**Sabrosa**': nova cultivar de morangueiro recomendada para o Rio Grande do Sul Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009b. 22 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 94).

ORNELAS-PAZ, J. J.; YAHIA, E.M.; RAMIRÉZ-BUSTAMANTE, N.; PÉREZ-MARTINÉZ, J. D.; ESCALANTE-MINAKATA, M. del P.; IBARRA-JUNQUERA, V.; ACOSTA-MUÑOZ, C.; GUERRERO-PRieto, V.; OCHOA-REYES, E. Physical attributes and chemical composition of organic strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duch, cv. Albion) at six stages of ripening. **Food Chemistry**, London, v. 138, n. 1, p. 372-381, 2013.

PADH, H. Vitamin C: never insight into its biochemical functions. **Nutrition Reviews**. New York, v. 49, n. 3, p. 65-70, 1991.

PANIAGUA, A.C.; EAST, A.R.; HINDMARSH, J.P.; HEYES, J.A. Moisture loss is the major cause of firmness change during postharvest storage of blueberry. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 79, p. 13-19, 2013.

PENTEADO, S.R. **Manual de fruticultura ecológica**: técnicas e práticas de cultivo. 2. ed. Campinas: Via orgânica, 2010. 240 p.

PINELI, L.L.O. ROCHA, T.O.; MORETTI, C.L.; CAMPOS, A.B.; BRASILEIRO, A.V.; GLEICY, G.; SANTANA, M.A.; SANTOS, M.S.; CAMPOS, N.A. Caracterização física, química e sensorial de morangos 'Oso Grande' e 'Camino Real' armazenados a 5 e a 15 °C. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 26, p. S5497-S5501, 2008.

PLAKIDAS, G.A. **Strawberry diseases**. Baton Rouge: Louisiana State University Press, 1964. 195 p.

QUINATO, E.E.; DEGÁSPARI, C.H.; VILELA, R.M. Aspectos nutricionais do morango. **Visão Acadêmica**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 11-17, 2007.

RAESE, J.T.; DRAKE, S.R.; CURRY, E.A. Nitrogen fertilizer influences fruit quality, soil nutrients and cover crops, leaf color and nitrogen content, biennial bearing and cold hardness of 'Golden Delicious'. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 30, n. 10, p. 1585-1604, 2007.

REGANOLD, J.P.; ANDREWS, P.K.; REEVE, J.R.; CARPENTER-BOGGS, L.; SCHADT, C.W.; ALDREDGE, J.R.; ROSS, C.F.; DAVIES, N.M.; ZHOU, J. Fruit and soil quality of organic and conventional strawberry agroecosystems. **PLoS ONE**, São Francisco, v. 5, n. 9, e12346, 2010.

REICHERT, L.J. Comercialização. In: SANTOS, A.M. dos; MEDEIROS, A.R.M. **Morango: produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p. 75-78. (Frutas do Brasil, 40).

ROCHA, T.O. **Compostos bioativos e qualidade microbiológica de morangos 'oso grande' produzidos em sistemas de cultivo orgânico e convencional**. 2010. 70 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição Humana) - Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, 2010.

ROMBALDI, C.V.; SILVA, J.A.; LUCCHETTA, L.; ZANUZO, M.R.; ZAICOVSKI, C.B.; PEGORARO, C.; DAL CERO, J. Potencial de conservação e qualidade de frutas: aspectos biotecnológicos de pré-colheita e pós-colheita. In: NASCIMENTO, L.M.; DE NEGRI, J.D.; MATTOS JUNIOR, D. **Tópicos em qualidade e pós-colheita de frutas**. Campinas: Instituto Agronômico; FUNDAG, 2008. p. 10-31.

SANTOS, P.E.T. Características básicas das principais cultivares de morango plantadas no Brasil. In: _____. **Sistemas de produção de morangos**. 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/cap02.htm>>. Acesso em: 26 maio 2011.

SCALBERT, A.; JOHNSON, I.T.; SALTMARSH, M. Polyphenols: antioxidants and beyond. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 81, n. 1, p. 2155-2175, 2005.

SCHWENGBER, J.R.; SCHIEDECK, G.; ANTUNES, L.E.C.; STRASSBURGER, A.S.; MARTINS, D.S.; CAPELESSO, A.J.; AUMONDE, T.Z.; SILVA, J.B. **Produção de morangos em sistema de base ecológica**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 57 p. (Série: ABC da Agricultura Familiar, 26).

SHARMA, M.; SITBON, C.; SUBRAMANIAN, J.; PALIYATH, G. Changes in nutritional quality of fruits and vegetables during storage. In: PALIYATH, G.; MURR, D.P.; HANDA, A.K.; LURIE, S. **Postharvest biology and technology of fruits, vegetables, and flowers**. Iowa: Wiley-Blackwell, 2008. p. 443-466.

SHIN, Y.; RYU, J.A.; LIU, R.H.; NOCK, J.F.; WATKINS, C.B. Harvest maturity, storage temperature and relative humidity affect fruit quality, antioxidant contents and activity, and inhibition of cell proliferation of strawberry fruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 49, n. 2, p. 201-209, 2008.

STERTZ, S.C. **Qualidade de hortícolas convencionais, orgânicas e hidropônicas na região metropolitana de Curitiba**. 2004. 260 p. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. 4th ed. Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 2007. 327 p.

TERRY, L.A.; CHOPE, G.A.; BORDONABA, J.G. Effect of water deficit irrigation and inoculation with *Botrytis cinerea* on strawberry (*Fragaria x ananassa*) fruit quality. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 55, n. 26, p. 10812-10819, 2007.

THOMPSON, A.K. **Fruits and vegetables**: harvesting, handling and storage. 2nd ed. London: Blackwell, 2003. 480 p.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. National Nutrient Database for Standard Reference. Nutrient Data Laboratory. **Raw strawberries**. Disponível em:
<http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2401?fg=Fruits+and+Fruit+Juices&man=&lfacet=&count=&max=25&qlookup=Strawberry&offset=&sort=&format=Abridged&_action_show=Apply+Changes&Qv=1&Q4484=1.0&Q4485=1.0&Q4486=1.0&Q4487=1.0&Q4488=1.0&Q4489=1.0&Q4490=1.0&Q4491=1.0&Q4492=1.0&Q4493=1.0>.
Acesso em: 01 maio 2013.

VENDRUSCOLO, J.L.S. Processamento de morangos e demais pequenas frutas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2.; ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS, 1., 2004, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 133-143 (Documentos, 124).

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R.L. Total antioxidant capacity of fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 44, n. 3, p. 701-705, 1996.

WATSON, C.A.; WALKER, R.L.; STOCKDALE, E.A. Research in organic production systems – past, present and future. **The Journal of Agricultural Science**, London, v. 146, n. 1, p. 1-19, 2008.

YOU, Q.; WANG, B.; CHEN, F.; HUANG, Z.; WANG, X.; LUO, P.G. Comparison of anthocyanins and phenolics in organically and conventionally grown blueberries in selected cultivars. **Food Chemistry**, London, v. 125, n. 1, p. 201-208, 2011.