

UNIVATES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*
DOUTORADO EM AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MORANGOS DE
DIFERENTES CULTIVARES EM SISTEMAS DE CULTIVO DISTINTOS
NO MUNICÍPIO DE BOM PRINCÍPIO/RS**

Cristiane Inês Musa

Lajeado, outubro de 2016

Cristiane Inês Musa

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MORANGOS DE
DIFERENTES CULTIVARES EM SISTEMAS DE CULTIVO DISTINTOS
NO MUNICÍPIO DE BOM PRINCÍPIO/RS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento, da UNIVATES, como parte da exigência para obtenção do grau de Doutora em Ambiente e Desenvolvimento na área de concentração Tecnologia e Ambiente.

Orientadora: Profa. Dr.^a Eniz Conceição Oliveira

Coorientadora: Prof. Dr.^a Cláucia Fernanda Volken de Souza

Lajeado, outubro de 2016

Cristiane Inês Musa

**CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE MORANGOS DE
DIFERENTES CULTIVARES EM SISTEMAS DE CULTIVO DISTINTOS
NO MUNICÍPIO DE BOM PRINCÍPIO/RS**

A Banca examinadora abaixo aprova a Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Desenvolvimento, da UNIVATES, como parte da exigência para a obtenção do grau de Doutor em Ambiente e Desenvolvimento, na área de concentração Tecnologia e Ambiente.

Profa. Dra. Eniz Conceição Oliveira - Orientadora
Univates

Profa. Dra. Claucia Fernanda Volken de Souza - Coorientadora
Univates

Profa. Dra. Giandra Volpato
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul/Campus
Porto Alegre

Profa. Dra. Fernanda Scherer Adami
Univates

Prof. Dr. Noeli Juarez Ferla
Univates

Lajeado, outubro de 2016

Aos meus afilhados:

José Luiz, Luiza, Nina Maria, Maria Fernanda e João Pedro.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço:

À Espiritualidade que me ilumina, inspira, protege, acompanha e dá forças em todos os momentos da minha vida.

Às Professoras Dra. Eniz Conceição Oliveira, orientadora, e Dra. Cláucia Fernanda Volken de Souza, coorientadora, pelas orientações, relevantes contribuições e competência durante todo o trabalho.

Aos componentes da banca julgadora desta tese, pelas contribuições a serem dadas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo fornecimento da bolsa de estudo do Programa de Suporte à Pós-Graduação de Instituições de Ensino Particulares (PROSUP) – modalidade Taxa.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, especialmente, ao Campus Feliz, pela oportunidade do afastamento pelo período de 3 anos e 6 meses para a realização deste doutorado.

Aos meus colegas de doutorado, pelas aprendizagens, amizades e os bons momentos de convívio.

A todos os professores do doutorado, pelas aprendizagens e contribuições durante esta etapa.

Aos técnicos da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER), escritórios de Bom Princípio e Nova Petrópolis, pelo apoio e contribuições e, também, aos agricultores de Bom Princípio pelo apoio e confiança ao aceitarem fazer parte do desenvolvimento desta tese.

Aos pesquisadores do Grupo de Pesquisa “Indústrias Alimentícias: Estudo de Compostos Orgânicos e Inorgânicos e Resíduos da Cadeia Produtiva”, especialmente, à Bárbara Weber, Helen Cristina Gonzatti e Ana Paula Mörschbacher pelo auxílio no desenvolvimento da pesquisa.

À colega Cecilia Brasil Biguelini pela contribuição na realização de parte das análises estatísticas.

Ao meu irmão, Engenheiro Agrônomo, Fabrício André Musa, e ao meu amigo, biólogo Dr. Cristian André Prade, pelas dicas e contribuições na pesquisa.

Aos meus familiares e amigos, pelo apoio, pensamentos positivos e companheirismo durante o desenvolvimento deste trabalho.

Finalmente, a mim, por ter acreditado que era possível, ter vencido muitos desafios durante o doutorado. Priorizei quatro anos da minha vida, mas, valeu a pena, conseguirei realizar uma das minhas grandes metas, obter o título de doutora. Com certeza, foi um período de muitas aprendizagens, conhecimentos, aprimoramentos que me auxiliarão e enriquecerão minha vida profissional.

Só é verdadeiramente grande aquele que, considerando a vida como uma viagem que o deve levar a um destino certo, faz pouco caso das contrariedades do caminho e dele nunca se desvia. De olhos fixos na meta a que se destina, pouco lhe importa se os obstáculos e os espinhos do caminho podem lhe causar danos, já que eles apenas o roçam sem o ferir e não o impedem de avançar. (Adolfo, Bispo de Argel, 1861)

A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê. (Arthur Schopenhauer)

RESUMO

O morango é um pseudofruto muito apreciado pelo seu sabor, aroma e propriedades nutricionais. É uma fonte potencial de compostos bioativos, com ênfase para os compostos fenólicos e Vitamina C. Tais compostos apresentam diversas funções biológicas, dentre elas, atividade antioxidante, trazendo benefícios para a saúde. A cultura deste pseudofruto é a base da economia de muitos municípios, especialmente, nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, representando 90% da superfície cultivada no País. O morango possui um importante papel econômico e social na região do Vale do Caí, no Rio Grande do Sul, apresentando uma expressiva produção, fazendo com que este pseudofruto seja destaque, principalmente, no município de Bom Princípio. Assim sendo, o objetivo da presente tese foi avaliar os parâmetros físico-químicos, as substâncias bioativas e a atividade antioxidante em morangos cultivados no município de Bom Princípio, analisando a influência de diferentes cultivares em sistemas de cultivo distintos. A pesquisa foi realizada em duas etapas, sendo que os morangos foram coletados a partir de um plano de amostragem. Na primeira etapa, analisou-se os cultivares Camarosa, Camino Real e San Andreas produzidos no sistema de cultivo convencional em solo. Na segunda, os cultivares Festival e San Andreas produzidos nos sistemas de cultivo orgânico e convencional, em substrato, foram analisados. Determinou-se os parâmetros pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT, antocianinas, compostos fenólicos totais, atividade antioxidante, vitamina C, cálcio, sódio, potássio e cor. Quanto aos resultados da primeira etapa, todos os cultivares produzidos em solo convencional, Camino Real, San Andreas e Camarosa apresentaram teor de SST acima do mínimo recomendado pela legislação brasileira (7,5° Brix) e de ATT até 0,8%, o que corresponde a um sabor agradável. Camarosa apresentou os maiores teores da razão SST/ATT e, de todos os cultivares, observou-se que o pH deste cultivar estava de acordo com a faixa de pH estabelecida pela *Food and Drug Administration* (FDA), 3 a 3,9, apresentando teores médios superiores tanto de antocianinas quanto de compostos fenólicos totais. O cultivar San Andreas apresentou o maior teor de cálcio e os maiores teores de sódio e potássio foram obtidos pelo cultivar Camarosa. Na segunda etapa, todos os cultivares pesquisados, Festival e San Andreas, orgânico e convencional, em substrato, apresentaram um teor de SST abaixo do mínimo recomendado. Os cultivares Festival orgânico, Festival convencional e San Andreas orgânico apresentaram valores de ATT conforme o máximo aceitável e o cultivar Festival,

orgânico e convencional, apresentou os maiores valores em relação a relação SST/ATT. O pH de todos os cultivares pesquisados estavam de acordo com a faixa definida pela FDA. Em relação à quantidade de antocianinas, o cultivar Festival orgânico apresentou a maior concentração, sendo que o maior teor de compostos fenólicos totais foi obtido pelo cultivar San Andreas convencional. O cultivar Festival orgânico apresentou o maior teor de cálcio e Festival convencional obteve o maior valor de sódio, no qual o maior teor de potássio foi obtido pelo San Andreas convencional. Os cultivares Festival e San Andreas, produzidos no sistema convencional, em substrato, apresentaram teor de vitamina C superior se comparados com os mesmos cultivares produzidos no sistema orgânico. Já, em relação à atividade antioxidante, as maiores concentrações foram obtidas no sistema de cultivo orgânico, para os cultivares Festival e San Andreas. No que se refere à cor, o cultivar Festival orgânico indicou uma coloração vermelha mais intensa. Constatou-se que diversos aspectos influenciaram as propriedades físicas e químicas e dos teores dos compostos bioativos nos morangos pesquisados, a saber: fatores genéticos, nutrição utilizada nos cultivos, características dos solos e dos substratos, condutividade elétrica dos substratos e das soluções nutritivas, condições climáticas (sol, temperatura, umidade) do ambiente de cultivo dos morangos. Por fim, tal pesquisa traz embasamento para que os produtores rurais junto aos técnicos da Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) possam dar continuidade ao trabalho que vem sendo desenvolvido, de maneira a observar o que pode ser melhorado no que diz respeito às práticas de cultivo, incluindo nutrição e uso de substratos, buscando cultivar morangos cada vez mais saborosos e nutritivos.

Palavras-chave: *Fragaria X ananassa* Duch. Atividade Antioxidante. Sistemas de Cultivo.

ABSTRACT

The strawberry is a pseudo fruit, much appreciated for its taste, aroma and nutritional properties. It is a potential source of bioactive compounds, with an emphasis on phenolic compounds and vitamin C, and these compounds present various biological functions, including antioxidant activity, which bring benefits to health. The culture of this pseudofruit is the economical basis of many municipalities, especially in the South and Southeast regions of Brazil, by the fact that these regions represent about 90% of the cultivated area in the country. The strawberry has an important economic and social role in the Vale do Caí region in Rio Grande do Sul, with a significant production, making this pseudofruit highlighted, particularly in the municipality of Bom Princípio. Therefore, the objective of this thesis was to evaluate the physicochemical parameters, bioactive substances and antioxidant activity in strawberries grown in Bom Princípio, analyzing the influence of different cultivars in different farming systems. The research was carried out in two stages, and the strawberries were collected from a sampling plan. In the first stage, the cultivars of Camarosa, Camino Real and San Andreas, produced in conventional soil cultivation system, were analyzed. In the second, the cultivars of Festival and San Andreas produced in organic and conventional cultivation systems, in substrate, were analyzed. The pH parameters, total soluble solids (TSS) and total titratable acidity (TTA), TSS and TTA correlation, anthocyanins, phenolic compounds, antioxidant activity, vitamin C, calcium, sodium, potassium and color were determined. As for the results of the first stage, all the cultivars produced in conventional soil, Camino Real, San Andreas and Camarosa presented a TSS content above the minimum recommended by the Brazilian legislation (7,5 ° Brix) and TTA up to 0,8%. Which corresponds to a pleasant taste. Camarosa presented the highest levels of the TSS/TTA ratio and, of all the cultivars, it was observed that the pH of this cultivar was in agreement with the pH range established by the Food and Drug Administration (FDA), 3 to 3,9, presenting Higher average contents of both anthocyanins and total phenolic compounds. The cultivar San Andreas presented the highest calcium content, while the highest levels of sodium and potassium were obtained by the Camarosa cultivar. In the second stage, all the surveyed cultivars, Festival and San Andreas, organic and conventional, in substrate, presented an TSS content below the recommended minimum. The Organic Festival cultivars, Conventional Festival and Organic San Andreas presented TTA values according to the maximum acceptable and the

Festival cultivar, both organic and conventional, presented the highest values in relation to the TSS/TTA ratio. The pH of all the cultivars studied was within the range defined by the FDA. In relation to the amount of anthocyanins, the Organic Festival cultivar had the highest concentration, and the highest content of total phenolic compounds was obtained by the conventional San Andreas cultivar. The Organic Festival cultivar presented the highest calcium content and conventional Festival obtained the highest sodium value, while the highest potassium content was obtained by conventional San Andreas. The Festival and San Andreas cultivars, produced in the conventional system, on substrate, showed higher vitamin C content when compared to the same cultivars produced in the organic system. Although, in relation to the antioxidant activity, the highest concentrations were obtained in the organic cultivation system, for the Festival and San Andreas cultivars. Concerning the color, the cultivar Festival organic indicated a more intense red coloration. It was found that several aspects influence the physical and chemical properties and levels of bioactive compounds surveyed in strawberries, namely: genetic factors, nutrition used on cultivars, soil characteristics and substrates, electrical conductivity of the substrates and nutrient solutions and weather conditions (sun, temperature, humidity) of the strawberry cultivation environment. Finally, this research provides basis for farmers among with technical professionals from the Technical Assistance and Rural Extension Company (EMATER), so then the work that has been developed can be continued, in order to observe what can be improved in respect to cultivation practices, including nutrition and substrates usage, seeking to grow increasingly tastier and more nutritious strawberries.

Key words: *Fragaria X ananassa* Duch. Antioxidant Activity. Cultivar Systems.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa da região do Vale do Caí, com destaque para o município de Bom Príncipe.	29
Figura 2 – Cultivar Camarosa cultivado em sistema convencional em solo no município de Bom Príncipe.	37
Figura 3 – Cultivar Camino Real cultivado em sistema convencional em substrato no município de Bom Príncipe.	38
Figura 4 – Cultivar Festival cultivado em sistema convencional em substrato no município de Bom Príncipe.	38
Figura 5 – Cultivar San Andreas cultivado em sistema convencional em substrato no município de Bom Príncipe.	39
Figura 6 – Cultivo do morango convencional em solo no município de Bom Príncipe.	42
Figura 7 – Modelo de estrutura padrão do sistema de cultivo em substrato no município de Bom Príncipe.	45
Figura 8 – Esquema da vista frontal e superior de uma estrutura de cobertura para o sistema de cultivo orgânico em substrato, no município de Bom Príncipe.	47
Figura 9 – Estrutura química da Vitamina C.	57
Figura 10 – Croqui da propriedade onde foram produzidos os cultivares Camino Real e San Andreas no município de Bom Príncipe.	66
Figura 11 – Croqui da propriedade onde foi produzido o cultivar Camarosa no município de Bom Príncipe.	66

Figura 12 – Plano de amostragem da primeira etapa da coleta de morangos dos cultivares Camarosa, Camino Real e San Andreas do sistema de cultivo convencional em solo, no município de Bom Princípio.....	69
Figura 13 - Plano de amostragem da segunda etapa da coleta de morangos dos cultivares Festival e San Andreas dos sistemas de cultivo convencional e orgânico, em substrato, no município de Bom Princípio.....	70
Figura 14 – Esquema operacional para a preparação das amostras de morangos. .	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção mundial de morangos, em 2013, segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura.....	34
Tabela 2 – Produção nacional de morangos no ano de 2006, segundo o último Censo Agropecuário do IBGE.	35
Tabela 3 – Relação da influência dos cultivos convencional e orgânico em solo no cultivar Selva (Galícia, Espanha) no teor de compostos bioativos.	49
Tabela 4 – Principais componentes nutricionais de morangos frescos, por 100 g. ...	50
Tabela 5 – Caracterização de antioxidantes dos cultivares Selva e Camarosa utilizados na indústria de geleias em Portugal.	56
Tabela 6 - Nutrientes e quantidades necessários para o preparo de biofertilizante utilizado no cultivo orgânico, em substrato.....	68
Tabela 7 – Preparo das soluções para curva do DPPH para a análise de atividade antioxidante total.	76
Tabela 8 - Valores médios de pH encontrados nos cultivares Camino Real, San Andreas e Camarosa cultivados no sistema convencional em solo no município de Bom Princípio.....	83
Tabela 9 – Valores de Sólidos Solúveis Totais (SST) em °Brix dos cultivares Camarosa, Camino Real e San Andreas cultivados em solo convencional no município de Bom Princípio.....	84
Tabela 10 – Valores de Acidez Total Titulável (ATT) (g ácido cítrico.100 ml ⁻¹ polpa) encontrados nos cultivares Camino Real, San Andreas e Camarosa cultivados no sistema em solo convencional no município de Bom	

Princípio.	86
Tabela 11 – Valores da Razão de Sólidos Solúveis Totais (SST) e de Acidez Total Titulável (ATT) encontrados nos cultivares Camino Real, San Andreas e Camarosa cultivados no sistema em solo convencional no município de Bom Princípio.	88
Tabela 12 – Valores de correlação entre pH, SST (sólidos solúveis totais), ATT (acidez total titulável) e razão SST/ATT nos cultivares Camarosa, Camino Real e San Andreas produzidos no cultivo convencional em solo.	90
Tabela 13 – Teores de Antocianinas Totais ($\text{mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de fruta fresca) encontrados nos cultivares Camino Real, San Andreas e Camarosa cultivados nos sistemas convencional em solo no município de Bom Princípio.	91
Tabela 14 - Teores de Compostos Fenólicos Totais encontrados nos cultivares Camarosa, Camino Real e San Andreas no cultivo convencional em solo, no município de Bom Princípio.	93
Tabela 15 – Teores de Minerais (cálcio, sódio e potássio) encontrados nos cultivares Camino Real, Camarosa e San Andreas cultivados no sistema convencional em solo no município de Bom Princípio.	95
Tabela 16 – Valores médios de pH encontrados nos cultivares Festival e San Andreas cultivados nos sistemas convencional e orgânico, em substrato, no município de Bom Princípio.	102
Tabela 17 - Valores de Sólidos Solúveis Totais (SST) em °Brix encontrados nos cultivares Festival e San Andreas cultivados no sistema convencional e orgânico, em substrato, no município de Bom Princípio.	103
Tabela 18 - Valores de Acidez Total Titulável (ATT) ($\text{g ácido cítrico} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$ polpa) encontrados nos cultivares Festival e San Andreas cultivados no sistema convencional e orgânico, em substrato, no município de Bom Princípio.	106
Tabela 19 - Valores da Razão de Sólidos Solúveis Totais (SST) em °Brix e de Acidez Total Titulável (ATT) expresso em $\text{g de ácido cítrico} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$ de polpa encontrados nos cultivares Festival e San Andreas cultivados no sistema convencional e orgânico, em substrato, no município de Bom Princípio.	107
Tabela 20 – Valores de correlação entre pH, SST (sólidos solúveis totais) em °Brix, ATT (acidez total titulável) expresso em $\text{g de ácido cítrico} \cdot 100 \text{ ml}^{-1}$ de	

polpa e razão sst/at nos cultivares Festival e San Andreas nos cultivos orgânico e convencional, em substrato.	110
Tabela 21 – Valores de Acidez Total Titulável (ATT) expresso em g ácido cítrico.100 ml ⁻¹ de polpa, Razão SST/ATT e Vitamina C (mg.100 g ⁻¹) dos cultivares Festival e San Andreas cultivados no sistema convencional e orgânico, em substrato, no município de Bom rincípio.....	111
Tabela 22 – Concentrações de Atividade Antioxidante (ng fruta.g ⁻¹ DPPH) encontradas nos cultivares Festival e San Andreas cultivados nos sistemas convencional e orgânico, em substrato, no município de Bom Príncipe.	112
Tabela 23 - Quantidades de nitrogênio total (mg.l ⁻¹) das soluções nutritivas utilizadas no cultivo convencional e orgânico, em substrato, dos cultivares Festival e San Andreas.....	114
Tabela 24 – Teores de Antocianinas Totais (mg.100 g ⁻¹ de fruta fresca) encontrados nos cultivares Festival e San Andreas cultivados nos sistemas convencional e orgânico, em substrato, no município de Bom Príncipe.	115
Tabela 25 – Teores de Compostos Fenólicos (mg de ácido gálico.100 g ⁻¹ de fruta fresca) encontrados nos cultivares Festival e San Andreas cultivados nos sistemas convencional e orgânico, em substrato, no município de Bom Príncipe.	119
Tabela 26 – Teores de Vitamina C (mg.100 g ⁻¹) encontrados nos cultivares Festival e San Andreas cultivados nos sistemas convencional e orgânico, em substrato, no município de Bom Príncipe.	121
Tabela 27 - Valores de condutividade elétrica (ms.cm ⁻¹) obtidos nas análises dos substratos constituídos de casca de arroz + húmus de celulose e turfa nos cultivares festival e san andreas, respectivamente.....	124
Tabela 28 - Valores de correlação entre pH e Potencial Antioxidante nos cultivares Festival convencional e San Andreas orgânico, em substrato.	125
Tabela 29 – Valores de correlação entre antocianinas, compostos fenólicos, vitamina C e antioxidante nos cultivares Festival e San Andreas nos cultivos orgânico e convencional, em substrato.	127
Tabela 30 - Teores de Minerais (cálcio, sódio e potássio) encontrados nos cultivares Festival e San Andreas cultivados no sistema convencional e orgânico,	

em substrato, no município de Bom Princípio.	128
Tabela 31 – Quantidades de sódio, potássio, cálcio e medida de condutividade elétrica (ds.m^{-1}) e do pH das soluções nutritivas utilizadas no cultivo convencional e orgânico, em substrato, dos cultivares Festival e San Andreas.	129
Tabela 32 – Valores referentes a cor encontrados nos cultivares Festival e San Andreas cultivados nos sistemas orgânico e convencional, em substrato, no município de Bom Princípio.	133

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Alguns produtos registrados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento utilizados na cultura do morangueiro.	40
Quadro 2 - Estruturas, nomes e fontes na natureza das principais antocianinas.....	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	Atividade Antioxidante
ATT	Acidez total titulável
ANOVA	Análise de Variância
CE	Condutividade Elétrica
CLAE	Cromatografia Líquida de alta eficiência
DRIs	Dietary Reference Intakes
DPPH	2,2-difenil-1-picril-hidrazil
EA	Espaço de aeração
EDTA	Ácido etilenodiamino tetracético
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
FDA	Food and Drug Administration
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Índice de cor
MO	Matéria Orgânica
NPK	Nitrogênio, fósforo, potássio
PARA	Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos
PT	Porosidade total
RS	Rio Grande do Sul
SST	Sólidos Solúveis Totais

TEAC	Capacidade Antioxidante Trolox Equivalente
UFRGS	Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UNISC	Universidade de Santa Cruz do Sul

LISTA DE SÍMBOLOS

Al^{+3}	Íon alumínio
B^{+3}	Íon boro
Ca^{+2}	Íon cálcio
Cl^-	Íon cloro
Cu^{+2}	Íon cobre
cm	Centímetro
$\text{cmol}_c.\text{L}^{-1}$	Centimol de carga por litro
$\text{dS}.\text{m}^{-1}$	Decisiemens por metro
Fe^{2+}	Íon ferro
K^+	Íon potássio
km	Quilômetro
km^2	Quilômetro quadrado
g	Gramas
<i>g</i>	Gravidade
h	Horas
kcal	Quilocaloria
kg	Quilograma
kJ	Quilojoule
m	Metro
M	Massa molar
mg	Miligramas

mg.L ⁻¹	Miligramas por litro
Mg ⁺²	Íon magnésio
Mn ⁺²	Íon manganês
min	Minuto
mL	Mililitros
mm	Milímetro
mM	Milimolar
mS.cm ⁻¹	Milisiemens por centímetro
Na ⁺	Íon sódio
ng	Nanograma
nm	Nanômetro
P ⁺⁵	Íon fósforo
R\$	Reais
rpm	Rotações por minuto
S ²⁻	Íon enxofre
Zn ²⁺	Íon zinco
%	Percentual
°C	Grau Celsius (temperatura)
µg.g ⁻¹	Micrograma por grama
µL	Microlitro
µg.L ⁻¹	Micrograma por litro
µM	Micromolar
µm	Micrômetro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	25
1.1 Tema	26
1.2 Problema	26
1.3 Hipótese	27
1.4 Objetivos	27
1.4.1 Objetivo Geral	27
1.4.2 Objetivos Específicos	27
1.5 Contextualização da área do estudo	28
1.6 Justificativa.....	30
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	32
2.1 A cultura do morango	32
2.1.1 Produção de morango: mundial, nacional e regional	34
2.1.2 Cultivares	36
2.1.3 Sistemas de cultivo	39
2.2 Componentes nutricionais do morango.....	50
2.2.1 Capacidade antioxidante	52
2.2.2 Compostos fenólicos	53
2.2.3 Vitamina C	56
2.2.4 Minerais.....	58
2.3 Parâmetros de qualidade do morango	60
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	63
3.1 Tipo de pesquisa	63
3.2 Coleta de Dados	63
3.2.1 Primeira etapa.....	64
3.2.2 Preparo do solo	64
3.2.3 Controle de pragas, irrigação e croqui dos cultivos	65
3.3 Segunda etapa.....	67
3.3.1 Controle de pragas.....	67
3.4 Amostragem.....	69
3.5 Análises físico-químicas.....	70
3.5.1 Análise de pH.....	72

3.5.2	Análise de Sólidos Solúveis Totais.....	72
3.5.3	Análise de Acidez Total Titulável	72
3.5.4	Relação de Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total Titulável.....	72
3.5.5	Análise de Antocianinas Totais	73
3.5.6	Análise de Compostos Fenólicos Totais	74
3.5.7	Análise da Atividade Antioxidante Total	75
3.5.9	Análise de Minerais	78
3.5.10	Cor	79
3.6	Análise estatística dos dados	80
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	81
4.1	Primeira etapa.....	81
4.1.1	Análise do solo	81
4.1.2	Umidade do ar e temperatura	82
4.1.3	Parâmetros analisados na primeira etapa.....	82
4.1.3.1	pH.....	82
4.1.3.2	Sólidos Solúveis Totais	84
4.1.3.3	Acidez Total Titulável	86
4.1.3.4	Razão entre SST e ATT.....	88
4.1.3.5	Antocianinas totais	91
4.1.3.6	Compostos fenólicos totais	92
4.1.3.7	Minerais: cálcio, sódio e potássio	95
4.2	Segunda etapa.....	100
4.2.1	Umidade do ar e temperatura	100
4.2.2	Análise dos substratos	101
4.2.3	Análise das soluções nutritivas	101
4.2.4.1	pH.....	102
4.2.4.2	Sólidos Solúveis Totais	103
4.2.4.3	Acidez Total Titulável	106
4.2.4.4	Razão SST e ATT	107
4.2.4.5	Atividade Antioxidante.....	112
4.2.4.6	Antocianinas totais	115
4.2.4.7	Compostos fenólicos totais	118
4.2.4.8	Vitamina C.....	120
4.2.4.9	Minerais: cálcio, sódio e potássio	128
4.2.4.10	Cor	133
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	136
6	PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS	140
	REFERÊNCIAS.....	141
	APÊNDICES	154
	ANEXOS	156
	ANEXO A - Resultados da análise do solo no qual foram produzidos os cultivares Camino Real e San Andreas e do solo do cultivar Camarosa no município de Bom Princípio.....	157
	ANEXO B - Resultados das análises físico-químicas dos substratos utilizados	

nos cultivos orgânico e convencional com os cultivares Festival e San Andreas.....	158
ANEXO C - Resultados das análises físico-químicas das soluções nutritivas de entrada, utilizadas nos cultivos orgânico e convencional, em substrato, com os cultivares Festival e San Andreas.....	159

1 INTRODUÇÃO

As frutas apresentam importantes nutrientes, mostrando-se aliadas na prevenção de diversas doenças. Dentre elas, enfatiza-se o morango (*Fragaria X ananassa* Duch), considerado um pseudofruto com diversas qualidades nutritivas, ressaltando a presença de compostos bioativos, que são constituintes extra-nutricionais e que se apresentam em pequenas quantidades em alimentos (KRIS-ETHERTON et al., 2002).

O morango é uma das frutas vermelhas mais apreciadas no mundo tanto *in natura* quanto de forma processada, sendo no Brasil, a principal produzida e consumida. Isso é um fato interessante, pois sendo uma fonte potencial de compostos bioativos, com ênfase para os compostos fenólicos e Vitamina C, traz benefícios para a saúde, pois estes compostos apresentam diversas funções biológicas, dentre elas, atividade antioxidante.

O morango possui um importante papel econômico e social na região do Vale do Caí, no Rio Grande do Sul (RS), apresentando uma expressiva produção, fazendo com que este pseudofruto seja destaque, principalmente, no município de Bom Princípio. Tal fato fica evidente nos dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2006), ao informar que o RS ocupa a segunda posição, no Brasil, quanto ao cultivo de morangos, com 9.819 toneladas.

Cabe salientar alguns desafios encontrados na produção de morango em solo, dentre eles, problemas sanitários, alta incidência de várias doenças e pragas

no cultivo, bem como ergonômicos, devido a postura inadequada e movimentos repetitivos para a realização dos tratos culturais nos canteiros. Tais situações trazem prejuízos tanto econômicos e ambientais quanto de saúde dos agricultores. Para tanto, o cultivo do morangueiro sem solo ou também denominado de cultivo em substrato mostra-se como uma opção interessante, podendo-se citar algumas vantagens, como aumento de produtividade e qualidade de produção, melhoria nas condições relacionadas à ergonomia dos agricultores, permitindo, também, ampliar a oferta da cultura ao longo do ano (GIMÉNEZ; ANDRIOLO; GODOI, 2008).

Neste sentido, a partir de 2008, houve uma expansão do cultivo do morangueiro em substrato na região do Vale do Caí. Assim sendo, associado ao vasto conhecimento e experiência dos produtores de morango do município de Bom Princípio, a presente pesquisa mostra-se fundamental, pois visou à caracterização físico-química de diferentes cultivares em sistemas de cultivo distintos, no qual a partir dos resultados, novas perspectivas de produção poderão surgir. Além disso, os consumidores terão possibilidade de escolher e consumir morangos com maior potencial antioxidante e/ou Vitamina C, buscando uma melhor qualidade de vida.

1.1 Tema

Avaliação das propriedades físico-químicas, substâncias bioativas e atividade antioxidante *in vitro* em morangos cultivados no município de Bom Princípio, Rio Grande do Sul, analisando cultivares e sistemas de cultivo diferentes.

1.2 Problema

Qual a influência de diferentes sistemas de cultivo e de cultivares nas características físico-químicas, a saber, pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT, antocianinas, compostos fenólicos totais, vitamina

C, cálcio, sódio, potássio e cor, nos conteúdos de compostos bioativos e no potencial antioxidante *in vitro* de morangos?

1.3 Hipótese

Os sistemas de cultivo e os cultivares interferem na composição química de morangos afetando as características físicas, químicas, os conteúdos de compostos bioativos e, conseqüentemente, o potencial antioxidante *in vitro* dos frutos.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo Geral

Avaliar as propriedades físico-químicas, os teores de substâncias bioativas e a atividade antioxidante em morangos cultivados no município de Bom Princípio/RS, analisando a influência de diferentes cultivares em sistemas de cultivo distintos.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Caracterizar os cultivares Camarosa, Camino Real e San Andreas no sistema de cultivo convencional em solo quanto aos parâmetros pH, SST, ATT, relação SST/ATT, antocianinas, compostos fenólicos totais, cálcio, sódio e potássio;
- Avaliar as diferenças de composição dos cultivares Camarosa, Camino Real e San Andreas no sistema de cultivo convencional em solo;

- Caracterizar os parâmetros pH, SST, ATT, relação SST/ATT, antocianinas, compostos fenólicos totais, atividade antioxidante, vitamina C, cálcio, sódio, potássio e cor nos cultivares Festival e San Andreas cultivados nos sistemas de cultivo convencional e orgânico, em substrato;
- Estimar a relação entre o potencial antioxidante *in vitro* e os demais parâmetros analisados nos cultivares Festival e San Andreas cultivados nos sistemas de cultivo convencional e orgânico, em substrato;
- Quantificar os parâmetros físico-químicos dos substratos constituídos de: turfa; casca de arroz carbonizada e húmus; das soluções nutritivas e dos solos do sistema de cultivo convencional.

1.5 Contextualização da área do estudo

Torna-se pertinente contextualizar o município de Bom Princípio, no qual está situado na região do Vale do Caí, no RS. A Figura 1 ilustra o mapa da região do Vale do Caí, destacando o município de Bom Princípio.

Figura 1 – Mapa da região do Vale do Caí, com destaque para o município de Bom Princípio.



Fonte: Adaptado de Specht (2009).

De acordo com Specht (2009), a Serra Gaúcha juntamente com o Vale do Caí se sobressaem na produção de morango de mesa no RS. Os municípios de Bom Princípio, Feliz, São Sebastião do Caí, São José do Hortêncio, Linha Nova e Alto Feliz se destacam no Vale do Caí.

Conforme o Censo do IBGE de 2010, Bom Princípio possuía 11.789 habitantes, apresentando área territorial de 88,504 quilômetros quadrados (km²) (IBGE, 2010). A sede do município está a 37 metros (m) acima do nível do mar, apresentando um relevo constituído por 55% de área montanhosa, 30% de área plana e 15% de área com ondulações. O Rio Caí, principal fonte hídrica, banha 12 quilômetros (km) da área de planície. O clima é temperado, subtropical, apresentando média de 22°C, tendo variações de temperaturas entre 3°C e 40°C (SPECHT, 2009).

Situa-se entre a Grande Porto Alegre e a Serra Gaúcha, localizado a 29°29'20" Sul e 51°21'12" Oeste, distando 76 quilômetros de Porto Alegre. Tal cidade teve sua emancipação em 12 de maio de 1982 e foi colonizada por descendentes alemães, sendo este município conhecido nacionalmente por sua fruta símbolo, o morango (BOM PRINCÍPIO, 2014).

Em 1985, foi criada a Festa Nacional do Moranguinho, sendo realizada a cada dois anos, no qual o símbolo da cidade é amplamente divulgado em logotipo e/ou, logomarca de lojas, placas com nomes de ruas, dentre outros (SPECHT, 2009).

1.6 Justificativa

O cultivo do morango no Vale do Caí, destacando neste trabalho, o município de Bom Princípio, possui relevância social e econômica. Os produtores junto a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) do referido município possuem um vasto conhecimento sobre a cultura do morango. Além disso, mostraram-se receptivos para o desenvolvimento de novas pesquisas e trocas de experiências.

Assim sendo, tanto a EMATER quanto os produtores possuem expectativas em relação aos resultados da pesquisa, pois poderão surgir, a partir de tais resultados, novas perspectivas de produção.

Para tanto, os resultados encontrados nesta pesquisa poderão ser utilizados para melhor seleção de cultivares no que diz respeito as várias propriedades físico-químicas pesquisadas. Além disso, cultivares com teores superiores de compostos bioativos poderão ser valorizados comercialmente, demonstrando ser uma alternativa importante e saudável para a alimentação humana.

Vale lembrar que a escolha dos cultivares Camarosa, Camino Real, Festival e San Andreas para o desenvolvimento da pesquisa se deve ao fato destes estarem bem adaptados aos sistemas de cultivo pesquisados. Saliencia-se, também, que a primeira parte da pesquisa desenvolvida com os cultivares Camarosa, Camino Real e San Andreas no cultivo em solo convencional foi essencial para testar e adequar as técnicas utilizadas nas análises.

Importante ressaltar que o sistema de cultivo orgânico em substrato é uma experiência inovadora desenvolvida pela EMATER e produtores do município de Bom Princípio (GALINA; ILHA; PAGNONCELLI, 2013). Dessa forma, esta pesquisa

torna-se fundamental, pois há a necessidade de caracterizar e avaliar física e quimicamente morangos cultivados tanto neste sistema de cultivo quanto no sistema de cultivo convencional em substrato.

Pesquisadores como Campo et al. (2012), Hernanz et al. (2007) e Pineli (2009) enfatizam a existência de poucas pesquisas para avaliar a influência das condições de cultivo e a capacidade antioxidante em morangos. Pillon (2012) ressalta que, no Brasil, ainda que a cultura do morango seja abrangente e importante, são poucos os grupos de pesquisa que se dedicam ao estudo desta cultura. Desse modo, torna-se basilar o desenvolvimento da presente estudo.

A tese está organizada em seis capítulos. O primeiro capítulo apresenta a introdução que abrange o tema, a problemática, a hipótese, os objetivos, geral e específicos, contextualiza a área de estudo e faz considerações acerca da importância econômica e social do cultivo do morangueiro, especialmente, no município de Bom Princípio, trazendo à tona o sistema de cultivo em substrato, justificando a necessidade de desenvolvimento deste estudo.

O segundo capítulo contempla o referencial teórico, no qual traz uma fundamentação sobre o morango, as qualidades nutricionais, englobando compostos bioativos e os sistemas de cultivo. No terceiro capítulo apresentam-se os procedimentos metodológicos referentes às técnicas das análises que foram determinadas na pesquisa.

O quarto capítulo relata os resultados da pesquisa e a discussão destes. No primeiro momento, é exposto os resultados obtidos com a determinação dos parâmetros físico-químicos realizados com amostras dos cultivares Camarosa, Camino Real e San Andreas no sistema de cultivo em solo convencional. Em seguida, são demonstrados e discutidos os resultados referentes aos parâmetros analisados nos cultivares Festival e San Andreas nos sistemas de cultivo orgânico e convencional, em substrato. No quinto são explanadas as considerações finais acerca da pesquisa desenvolvida. Já, o último capítulo traz as recomendações para trabalhos futuros.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

As frutas apresentam diversas qualidades nutritivas. Neste sentido, estudos epidemiológicos têm demonstrado que uma alimentação rica em vegetais e frutas está associada com o aumento da expectativa de vida, trazendo muitos benefícios à saúde (RICE-EVANS; MILLER, 1995; GIAMPIERI et al., 2012). Os consumidores estão sendo atraídos cada vez mais pelas denominadas “pequenas frutas” (amora-preta, mirtilo, morango, entre outras) devido a tais qualidades (CALVETE et al., 2008).

2.1 A cultura do morango

O morango teve sua origem na América do Norte e Chile. Devido a suas qualidades nutritivas, é um pseudofruto apreciado no mundo inteiro, sendo consumida tanto *in natura* quanto processada (REICHERT; MADAIL, 2003).

O morangueiro é uma planta herbácea, rasteira e perene da Ordem *Rosales*, Família *Rosaceae*, gênero *Fragaria* Linnaeus e à espécie *Fragaria X ananassa* Duch, sendo um híbrido interespecífico derivado do cruzamento das espécies *F. chiloensis* e *F. virginiana*. É propagada por meio de estolhos, por via vegetativa (OLIVEIRA; SANTOS, 2003; PASSOS, 1983).

De acordo com Passos (1983, p. 317), referindo-se a parte botânica do

morango,

[...] a parte comestível é um pseudo-fruto, originário do receptáculo floral que se torna carnoso e suculento. Os frutos verdadeiros são pequenos aquênios, vulgarmente denominado “sementes” (PASSOS, 1983, p. 317, grifo do autor).

Até o século XIV, o morango era utilizado como planta ornamental e medicinal. Instituições oficiais de pesquisa iniciaram, a partir do século XIX, programas de melhoramento genético da espécie, despertando, dessa maneira, interesse comercial, primeiramente na América do Norte e, posteriormente, na Europa, Ásia, América do Sul e África (OLIVEIRA; SANTOS, 2003).

Ao chegar ao Brasil, a cultura se difundiu por várias regiões de clima temperado, subtropical e até mesmo tropical, sendo uma importante atividade econômica. Em meados do século XX, apesar dos incentivos significativos para o cultivo no RS, tal cultura alcançou melhor desenvolvimento em São Paulo. Já, a partir dos anos 60, o cultivo foi ampliado devido à introdução de cultivares mais adaptadas e novas técnicas de produção (DIAS et al., 2007; REICHERT; MADAIL, 2003).

Pequenos frutos, como morango, amora, mirtilo, dentre outros, destacam-se como uma boa opção de cultivo e de rendimento econômico, especialmente, às propriedades rurais familiares. Salienta-se que a cultura do morango está presente em quatro regiões do Brasil: Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste, sendo a base da economia de muitos municípios onde é cultivado, especialmente, nas regiões Sul e Sudeste, que representam 90% da superfície cultivada no País (PILLON, 2012).

No início da década de 1970, no RS, a cultura do morango recebeu um maior impulso comercial, concentrando na região do Vale do Caí e na Serra Gaúcha. O morango é uma das frutas com maior importância econômica nas regiões da Encosta Superior do Nordeste e da Serra Gaúcha, sendo uma cultura tradicional e já consolidada em municípios como Feliz, Bom Princípio e Farroupilha (SANHUEZA et al., 2005).

Cabe mencionar que a região do Vale do Caí produz mais de 80% dos morangos de mesa do RS, sendo o principal produtor, ou seja, 1/3 em volume,

correspondendo a 4.000 toneladas e 1/3 em área cultivada (133 hectares). No entanto, a região de Pelotas se destaca em primeiro lugar na produção de morangos industriais. Atualmente, a produção de morangos no Vale do Caí concentra-se 80% em apenas três municípios, Feliz, Bom Princípio e São Sebastião do Caí, revelando, dessa maneira, um considerável potencial de expansão desta cultura no Vale do Caí (CONSELHO REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO DO VALE DO CAÍ, 2010).

2.1.1 Produção de morango: mundial, nacional e regional

De acordo com a *Food and Agriculture Organization of the United Nations*/ Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO, 2013), a produção mundial de morango é liderada pelos Estados Unidos com uma expressiva produção de 1.360.869 toneladas, conforme ilustrado na Tabela 1.

Tabela 1 – Produção mundial de morangos, em 2013, segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura.

País	Produção (Toneladas)
Estados Unidos	1.360.869
México	379.464
Turquia	372.498
Espanha	312.500
República da Coréia	216.803
Polônia	192.647
Alemanha	149.680
Brasil	3.200

Fonte: Adaptado de FAO (2013)

A Tabela 2 ilustra a produção nacional de morangos do último Censo Agropecuário, no ano de 2006, no qual Minas Gerais ocupa a primeira posição e o RS se destaca em segundo com 9.819 toneladas (IBGE, 2006).

Tabela 2 – Produção nacional de morangos no ano de 2006, segundo o último Censo Agropecuário do IBGE.

País/Estado	Produção (Toneladas/ano)	Posição nacional
Brasil	72.245	--
Minas Gerais	40.245	1º
Rio Grande do Sul	9.819	2º
Paraná	6.265	3º
São Paulo	5.030	4º

Fonte: (IBGE, 2006)

Os dados referentes à produção de morangos em vários países (TABELA 1) divulgados pela FAO (2013) indicam que tais informações estão baseadas em dados oficiais, com exceção ao Brasil, ao relatar que os dados são estimados. Talvez, isso possa justificar as discrepâncias nas quantidades produzidas informadas pela FAO (2013) em relação aos dados do IBGE (2006).

O sítio eletrônico do IBGE não disponibiliza dados mais recentes sobre a produção nacional de morangos. Contudo, a agência do IBGE de Lajeado/RS, repassou os dados contidos na *Intranet*. As informações disponibilizadas referem-se a maio de 2016, sendo que a produção esperada para a safra no RS é de 12.263 toneladas e de 545 toneladas para o município de Bom Princípio (IBGE, 2016).

Segundo Musa et al. (2015a), em 2013, a produção de morango orgânico em substrato, em Bom Princípio, foi de aproximadamente 8,8 toneladas. Já, em 2014, a estimativa era de uma produção de 20,7 toneladas. Este aumento evidencia tanto a aceitação quanto a satisfação dos produtores, pois estão ampliando a área de cultivo.

De acordo com informações do técnico da EMATER, inexistem dados atualizados sobre a produção total de morangos no município de Bom Princípio. Infelizmente, este levantamento não tem sido realizado.

2.1.2 Cultivares

Durante o cultivo do morangueiro, um fator fundamental para a obtenção de sucesso no plantio é a escolha dos cultivares, pois

[...] as características da variedade submetida às condições ecológicas da área e da região, somada ao manejo adotado, é que determinarão a produtividade e a qualidade do produto final e até mesmo vão influenciar na comercialização, devido à preferência de alguns mercados por frutos com determinadas características (DUARTE FILHO; ANTUNES; PÁDUA, 2007, p. 20).

Assim sendo, tal escolha deve levar em consideração as condições climáticas do local e da área a ser plantada, incluindo às exigências em fotoperíodo, número de horas de frio e temperatura, ressaltando que existem modificações de acordo com o material genético, sendo essencial o cultivar estar adaptado à região. Caso contrário, resultados pouco promissores serão obtidos no empreendimento. Cabe lembrar, também, que além das exigências climáticas, existem as relacionadas com o mercado consumidor, nos quais: qualidade organoléptica, aparência e frutos sem resíduos de agrotóxicos (DUARTE FILHO; ANTUNES; PÁDUA, 2007).

Os cultivares da espécie *Fragaria X ananassa* Duch possuem diferentes respostas ao fotoperíodo e à temperatura, sendo que cada resposta tem propiciado um tipo de cultivar comercial, no qual é fundamental diferenciar e conhecer (SANTOS, 2003).

No Brasil, os principais cultivares são divididos em grupos, ou seja, cultivares de dias curtos ou de dias neutros. Podem-se citar os cultivares Oso Grande, Camino Real, Camarosa, Festival, Ventana e Palomar como exemplos de cultivares de dias curtos. Já, Albion, Aromas, Diamante, Portola, Monterey e San Andreas como cultivares de dias neutros (ANTUNES, 2014a).

Santos (2003) esclarece as diferenças dos cultivares de dias curtos e neutros. Pode-se dizer que os

[...] cultivares de dia curto diferenciam gemas de flor quando os dias começam a decrescer e as temperaturas são baixas ao final do verão e princípios do outono. As diferentes fases do desenvolvimento, tendem a ser:

floração, frutificação e emissão de estolões, seguindo esta sequência. [...] As cultivares de dia neutro – indiferentes ao fotoperíodo – não são afetadas pelo comprimento do dia, e sim pela temperatura; frutificam sempre que as temperaturas sejam suficientemente altas para manter o desenvolvimento vegetativo. A produção de estolões se dá durante o verão e continua até o início dos dias curtos. Não entram em recesso em condições de dias curtos, se as temperaturas permanecem favoráveis (SANTOS, 2003, p. 24).

Dentre os diversos cultivares de morangueiro, pode-se mencionar alguns que possuem uma maior importância no cultivo no sentido de atender a preferência do mercado consumidor, de acordo com a finalidade de consumo: *in natura* (mesa) e para indústria. Na região do Vale do Caí, o morango se destina principalmente para mesa. Assim, os cultivares para mesa mais importantes no RS são: Aromas, Camarosa, Campinas, Capitola, Chandler, Diamante, Dover, Guarani, Oso Grande, Seascape, Selva e Vila Nova (BERNARDI et al., 2005). Para tanto, é importante fazer alusão sobre os cultivares que serão pesquisados: Camarosa, Camino Real, Festival e San Andreas.

Camarosa é um cultivar oriundo da Universidade da Califórnia, Estados Unidos (EUA), desenvolvido em 1992 (FIGURA 2). Salienta-se que nas condições climáticas do RS, apresenta plantas com alto vigor, com folhas grandes de coloração verde-escura. Em relação ao início da produção dos frutos, é precoce, sendo que o fruto tem como características ser grande e de epiderme vermelho-escura, textura de polpa firme, coloração interna vermelha intensa, sabor doce e subácido, resistente ao transporte (BERNARDI et al., 2005; SANTOS, 2003).

Figura 2 – Cultivar Camarosa cultivado em sistema convencional em solo no município de Bom Princípio.



O cultivar Camino Real (FIGURA 3) é propício para o consumo *in natura*, sendo procedente da Universidade da Califórnia. As plantas são menores, menos vigorosas, mais compactas e eretas em relação ao cultivar Camarosa. Apresenta frutos grandes e firmes, tanto a epiderme quanto a polpa são vermelho-escura (ANTUNES, 2014a).

Figura 3 – Cultivar Camino Real cultivado em sistema convencional em substrato no município de Bom Princípio.



Fonte: (EMATER, 2013a)

O cultivar Festival foi originado na Universidade da Flórida, em 1995, sendo apropriado para consumo *in natura*, apresentando expressiva resistência às enfermidades, tanto radiculares quanto foliares (FIGURA 4). Durante todo o seu ciclo produtivo, mantém a forma e o tamanho (ANTUNES, 2014a; CHANDLER et al., 2000).

Figura 4 – Cultivar Festival cultivado em sistema convencional em substrato no município de Bom Princípio.



Fonte: Da autora.

Próprio para consumo *in natura*, o cultivar San Andreas (FIGURA 5) é

proveniente da Universidade da Califórnia, por cruzamento entre Albion e uma seleção. Apresenta fruto vermelho, rapidamente mais leve que Aromas e Albion e mais escuro que Diamante, sendo que a planta é mais vigorosa que Aromas, Albion e Diamante, possui semelhança na aparência com Albion e Diamante, com peso médio de 31,6 g (ANTUNES, 2014a).

Figura 5 – Cultivar San Andreas cultivado em sistema convencional em substrato no município de Bom Princípio.



Fonte: Da autora.

2.1.3 Sistemas de cultivo

Comumente, um dos sistemas mais utilizados na produção de morangos é o convencional, no qual se utilizam agrotóxicos e fertilizantes químicos. Porém, Darolt (2003) relata que o modelo convencional de agricultura traz diversos problemas socioambientais, como erosão e contaminação do solo, resíduos de agrotóxicos em níveis preocupantes à saúde pública, dentre outros.

O cultivo do morango tem apresentado contaminação com resíduos de agrotóxicos acima do limite máximo permitido pela legislação e substâncias ativas não autorizadas (MUSA et al., 2015a). Tal fato foi constatado na pesquisa realizada por Faria et al. (2009), no qual investigaram tais resíduos em 55 amostras de polpa de morango industrializadas, no estado de Minas Gerais, demonstrando que do total de amostras analisadas, 95% apresentaram resíduos de agrotóxicos. Destas, 49%

revelaram produtos não autorizados como o acefato, captana, clorfenapir, clorpirifós, dimetoato, endossulfam, dentre outros.

Complementando, o Relatório de Atividades do Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA) assevera que das culturas monitoradas nos anos de 2011 e 2012, o morango apresentou mais de 50% das amostras com resultados insatisfatórios, contendo resíduos de agrotóxicos com concentrações acima do limite máximo permitido (BRASIL, 2013a).

O Quadro 1 demonstra alguns dos produtos registrados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento utilizados na cultura do morangueiro (EMATER, 2013c).

Quadro 1 – Alguns produtos registrados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento utilizados na cultura do morangueiro.

CLASSE	NOME COMERCIAL	INGREDIENTE ATIVO	PRAGAS/INDICAÇÕES
Acaricida	Acaristop 500 SC	Clofentezina	Ácaro rajado
Acaricida	Ortus 50 SC	Pirazol	Ácaro rajado
Acaricida/Inseticida	Abamectin Prentiss	Abamectina	Ácaro rajado
Acaricida/Inseticida	Sumirody 300	Fenpropatrina	Ácaro rajado
Acaricida/Fungicida	Sulficamp	Enxofre inorgânico	Ácaro vermelho e ácaro rajado
Acaricida/Fungicida	Cignus	Fluazinam	Mancha de Mycosphaerella, mancha foliar
Bactericida/Fungicida	Serenade	Bacillus Subtilis	Oídio, mofo cinzento e podridão da flor
Bactericida/Fungicida	Straky	Sulfato tribásico de cobre inorgânico	Manchas foliares
Fungicida	Amistar Top	Azoxistrobina + difenoconazol	Mancha de Mycosphaerella, mancha foliar
Fungicida	Rovral SC	Iprodiona	Mofo cinzento
Fungicida	Score	Triazol	Mancha de Mycosphaerella, mancha foliar
Fungicida	Sialex 500	Procimidona	Mofo cinzento e podridão da flor
Fungicida Microbiológico	Sonata	Bacillus pumilus	Oídio, mofo cinzento e podridão da flor
Inseticida	Actara 250 WG	Tiametoxan	Pulgão do morangueiro
Inseticida	Lecar	Lambda-cialotrina	Pulgão do morangueiro

Fonte: EMATER (2013c)

Para um melhor embasamento, faz-se necessário descrever brevemente sobre os sistemas de cultivo: convencional em solo; orgânico; em substrato; e convencional e orgânico, em substrato.

a) Sistema de cultivo convencional em solo

Dentre as práticas culturais usuais no sistema de cultivo convencional em solo, pode-se ressaltar a cobertura do solo, utilizada principalmente para evitar o contato da fruta com o solo visando à colheita de um fruto livre de impurezas. Essa prática influencia tanto na manutenção da temperatura do solo quanto na sua atuação sobre as plantas invasoras, isentando as capinas manuais que ocasionam danos nas raízes superficiais dos morangos, sendo estas essenciais na atividade de absorção de água e de nutrientes. Vale mencionar que o material comumente utilizado na cobertura do solo é o plástico preto com espessura de 30 micras, sendo que outros materiais também são utilizados, como folhas de árvores, palha de arroz, serragem, entre outros (MEDEIROS; SANTOS, 2003).

Com o solo coberto, coloca-se um túnel baixo com plástico transparente aditivado visando à proteção da plantação. As estruturas utilizadas para proteger o túnel são arcos de arame galvanizado, sendo que a altura mínima do túnel na parte central é de 60 centímetros (cm) e os espaçamentos entre os arcos devem ser entre 1,2 a 1,5 m. O túnel possui a função primordial de proteger as plantas de intempéries, evitando o molhamento das folhas, reduzindo significativamente a incidência de bactérias e fungos. Para tanto, o túnel deve ser aberto, pela manhã, após a evaporação do orvalho e no final da tarde, procede-se o fechamento do túnel, de maneira a evitar que o sereno molhe as plantas. Destaca-se que o túnel deve ser aberto somente em dias ensolarados (MEDEIROS; SANTOS, 2003). A Figura 6 ilustra o cultivo de morango em solo convencional.

Figura 6 – Cultivo do morango convencional em solo no município de Bom Princípio.



Fonte: Da autora.

Cabe lembrar que os benefícios obtidos pela utilização de agrotóxicos, normalmente, são medidos somente pelo retorno direto no rendimento dos cultivos agrícolas, sem levar em consideração os efeitos colaterais desse uso (STERTZ, 2004).

b) Sistema de cultivo orgânico

Diante dos diversos problemas decorrentes do cultivo convencional agrícola, como uso intensivo de agrotóxicos, danos ambientais, prejuízos à saúde humana e aos ecossistemas, dentre outros, torna-se fundamental buscar alternativas de cultivo que minimizem os impactos negativos ao ambiente.

Assim sendo, Brandenburg (2002) afirma que a agricultura ecológica é entendida por aquela que envolve um conjunto de modelos alternativos ao padrão convencional de produção. Reitera, ainda, que a maioria dos agricultores alternativos e ecológicos que converteram e convertem seus sistemas de cultivo, atualmente, no Brasil, é familiar.

O sistema de cultivo orgânico é um modelo alternativo, sendo que o termo agricultura orgânica

[...] é atualmente utilizado com um sentido mais amplo, abrangendo os sistemas de agricultura orgânica, biodinâmica, natural, biológica, ecológica, permacultura, regenerativa, agroecológica e, às vezes, agricultura sustentável (STERTZ, 2004, p. 18).

Dentre as diferenças básicas do sistema orgânico em relação ao convencional tem-se

[...] a promoção da agrobiodiversidade e da manutenção dos ciclos biológicos na unidade produtiva, procurando a sustentabilidade econômica, social e ambiental da unidade, no tempo e no espaço. Neste contexto, a flora presente assume grande importância quando as espécies da comunidade atuam como protetoras do solo, como hospedeiras alternativas de inimigos naturais, pragas, patógenos ou como mobilizadoras ou cicladoras de nutrientes, competição por água, etc. (PEREIRA; MELO, 2008, p. 2).

Ressalta-se a Instrução Normativa n. 46 de 2011 do Ministério da Agricultura que estabelece o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal (BRASIL, 2011). Para tanto, o Art. 11 da referida Instrução Normativa afirma que

Para que um produto receba a denominação de orgânico, deverá ser proveniente de um sistema de produção onde tenham sido aplicados os princípios e normas estabelecidos na regulamentação da produção orgânica, por um período variável de acordo com:

- I - a espécie cultivada ou manejada;
- II - a utilização anterior da unidade de produção;
- III - a situação ecológica atual;
- IV - a capacitação em produção orgânica dos agentes envolvidos no processo produtivo; [...] (BRASIL, 2011, texto digital).

c) Sistema de cultivo em substrato

Os pesquisadores Medeiros, Strassburger e Antunes (2008) esclarecem que o alto nível de contaminação dos solos por patógenos radiculares fez com que aumentasse o número de produtores que passaram a adotar técnicas de cultivo sem solo, de maneira a utilizar substratos como meio de crescimento. No caso do cultivo do morangueiro, este sistema de cultivo vem crescendo.

O sistema de cultivo em substrato permite ampliar o ciclo da cultura, prolongando o período de colheita até os meses mais quentes do ano e, também, melhorando as condições de trabalho dos produtores, principalmente em relação à ergonomia (GALINA; ILHA; PAGNONCELLI, 2013). Pois, ao contrário das condições ergonômicas que desfavoreciam a saúde dos produtores no cultivo em solo, a cultura do morango em substrato traz importantes benefícios em relação às

condições de trabalho, no qual o manejo do morangueiro é realizado em pé (MUSA et al., 2015a).

No sistema de cultivo em substrato, a fixação das raízes das plantas ocorre em um substrato, no qual este retém o líquido que disponibilizará os nutrientes às plantas (MELO; BORTOLOZZO; VARGAS, 2006). O substrato deve apresentar algumas características, como:

- a. elevada capacidade de retenção de água, tornando-a facilmente disponível;
- b. distribuição das partículas de tal modo que, ao mesmo tempo que retenham água, mantenham a aeração para que as raízes não sejam submetidas a baixos níveis de oxigênio, o que compromete o desenvolvimento da cultura;
- c. decomposição lenta;
- d. que seja disponível para a compra;
- e. de baixo custo (MELO; BORTOLOZZO; VARGAS, 2006, texto digital).

Dos diversos materiais utilizados para a formulação de substratos, salienta-se a casca de arroz carbonizada, pois é estável física e quimicamente, apresentando, dessa maneira, uma maior resistência à decomposição. Devido a sua alta porosidade, torna-se necessário misturar outros compostos, destacando, neste caso, o húmus de celulose, com proporção de 2:1. Pode-se citar também a turfa, de origem vegetal, possuindo capacidade elevada de retenção de água. As embalagens para o acondicionamento do substrato são geralmente de filme tubular, preferencialmente, branco, com capacidade mínima de 2 litros (L) de substrato por planta, podendo ser denominadas de sacolas. A cor clara da embalagem evita o aquecimento da água e, conseqüentemente, do substrato em seu interior, evitando que as raízes sofram danos em virtude da elevação da temperatura em dias quentes. A elaboração do substrato é feita normalmente pelo próprio agricultor (EMATER, 2013b; MELO; BORTOLOZZO; VARGAS, 2006).

A solução nutritiva é formulada de acordo com as necessidades nutricionais do morangueiro, podendo apresentar variações em função do cultivar, do substrato e da água utilizados(EMATER, 2013b).

Quanto à estrutura do cultivo em substrato, normalmente, é realizado sob estufas, visando proteger as plantas do efeito direto das chuvas. Comumente, se

utiliza somente uma cobertura plástica. A inexistência de cortinas laterais permite ampla ventilação. O modelo padrão de estrutura usado, atualmente, possui 48 m de comprimento e 5,2 m de largura com, no mínimo, 2 m de pé direito, sendo que o espaçamento entre estufas recomendado é de 0,8 m (FIGURA 7). Tal estrutura comporta cerca de 3.460 mudas, podendo alcançar produtividade de até 1 quilograma por planta (kg/planta) (EMATER, 2013b).

Figura 7 – Modelo de estrutura padrão do sistema de cultivo em substrato no município de Bom Princípio.



Fonte: Da autora.

A expansão do cultivo em substrato do morangueiro no Vale do Caí se deu a partir de 2008, devido a diversos problemas fitossanitários, especialmente aos cultivos intensivos, sem rotação de culturas.

d) Sistema de cultivo convencional em substrato

No sistema de cultivo convencional em substrato utilizam-se fertilizantes junto à água de irrigação, sendo que o sistema mais usado é o gotejamento, constituído por tubos gotejadores sob a linha de cultivo, no qual são fornecidos todos os nutrientes necessários às plantas (EMATER, 2013b).

Neste sistema de cultivo, além da utilização de fertilizantes químicos, usam-se também produtos como acaricidas, fungicidas, herbicidas, entre outros. Tais produtos, registrados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, são aplicados, normalmente, sempre que necessário, quando surgem pragas e/ou doenças nos frutos. Por outro lado, alguns produtores, aplicam determinados

produtos com periodicidade regular, visando evitar o aparecimento de doenças (EMATER, 2013c).

e) Sistema de cultivo orgânico em substrato

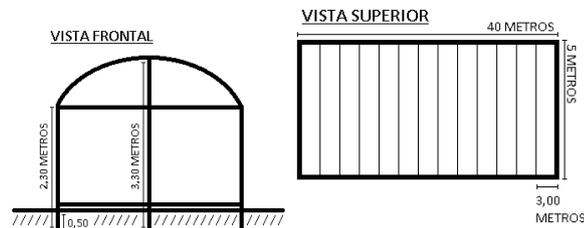
Em 2012, alguns agricultores de Bom Princípio, que já produziam morango no sistema de cultivo orgânico em solo, buscaram auxílio junto à EMATER local, para que o sistema de cultivo convencional em substrato fosse adaptado para o sistema de cultivo orgânico em substrato (GALINA; ILHA; PAGNONCELLI, 2013).

Para tanto, através da parceria com a Cooperativa Ecomorango, um dos sete grupos de produtores de Bom Princípio, que possui, atualmente, 30 associados e 15 anos de experiência no cultivo de morangueiro orgânico, iniciaram-se várias pesquisas até conseguirem a adaptação para o sistema de cultivo orgânico em substrato, sendo considerada uma experiência inovadora. A experiência concentrou-se nos aspectos mais importantes do sistema de cultivo orgânico em substrato, como a estrutura de proteção, o substrato e a solução nutritiva (MUSA et al., 2015a).

De acordo com Galina, Ilha e Pagnoncelli (2013), a proteção da cultura no sistema de cultivo mencionado foi feita com plástico transparente, sem cortinas laterais, possibilitando um efeito denominado de “guarda chuva”. O cultivo foi realizado em bancadas, com uma altura aproximada de 70 cm do solo. Tal fato minimiza o período de molhamento das plantas, reduzindo a incidência de doenças.

A estrutura (FIGURA 8) foi construída com postes de madeira, em conjunto com arcos metálicos de 6 m, com espaçamentos de 3 em 3 m. Se comparada com estruturas similares, esta estrutura propiciou uma considerável economia. Padronizou-se a estrutura para o máximo de 5 m de largura, favorecendo sua resistência com relação aos ventos (GALINA; ILHA; PAGNONCELLI, 2013).

Figura 8 – Esquema da vista frontal e superior de uma estrutura de cobertura para o sistema de cultivo orgânico em substrato, no município de Bom Princípio.



Fonte: Galina; Ilha; Pagnoncelli (2013).

Este sistema de cultivo é realizado sem o uso de agrotóxicos. A isenção de tais produtos químicos é decorrente do fato do ambiente estar protegido, reduzindo o tempo de molhamento foliar, no qual reduz significativamente as pragas e doenças (MUSA et al., 2015a).

Nesta experiência, a quantidade de substrato utilizada para a produção do morango foi, de no mínimo, 4 L por planta. As sacolas possuíam largura de 33 cm e, a cada metro, foi possível adicionar cerca de 40 L de substrato com uma densidade de até 10 plantas por metro de sacola (MUSA et al., 2015a).

Salienta-se que tanto a nutrição das plantas, as substâncias do substrato quanto o biofertilizante e o esterco utilizados devem estar de acordo com os padrões da Instrução Normativa n. 46 de 2011 do Ministério da Agricultura que estabelece o regulamento técnico para os sistemas orgânicos de produção animal e vegetal (BRASIL, 2011).

O sucesso dessa experiência se baseou nas análises realizadas tanto do substrato quanto no esterco de aves fervido, pois os elementos minerais essenciais faltantes foram adicionados por meio do biofertilizante. Assim sendo, sempre que houver modificações do substrato e do esterco de aves, deve-se proceder a novas análises, pois os nutrientes encontrados no esterco de aves variam conforme a lotação das aves mantidas sobre a cama de aviário e da alimentação utilizada. Complementou-se a adubação através de pulverizações quinzenais de biofertilizante foliar, o mesmo aplicado na fertirrigação. Evidencia-se que outros compostos

orgânicos poderão ser usados, desde que feitas às análises necessárias (GALINA; ILHA; PAGNONCELLI, 2013).

Em relação à nutrição das plantas, esta foi feita com fitas gotejadoras, no qual se misturou esterco de aves fervido e biofertilizante na água de irrigação, visando equilibrar os teores de nutrientes da adubação utilizada no sistema hidropônico convencional (FURLANI, 2001).

Quanto ao valor de comercialização do morango orgânico em substrato, a média de preço da safra de 2014 foi de R\$ 15,00/kg. Já, para o sistema convencional, o preço médio foi de R\$ 8,00/kg. Contudo, o custo de produção do orgânico parece alto, porém deve-se considerar que a produção fica em torno de 60% da obtida no sistema convencional. Este custo é composto em grande parte pela mão-de-obra, visto que requer um trabalho mais intenso do produtor, pois há o uso de poucos insumos (MUSA et al., 2015a).

O valor de venda do morango orgânico atinge valores superiores, pois há pouca oferta deste tipo de produto e, também, pelo fato de ter a venda direta ao consumidor em feiras. Consumidores estes que não se importam em remunerar de forma diferenciada um produto cultivado no sistema orgânico. Neste contexto, mesmo que a produtividade média do convencional seja superior ao orgânico, ressalta-se que os benefícios à saúde e ao meio ambiente são maiores em relação ao cultivo convencional (MUSA et al., 2015a).

Darolt (2008), esclarece que ao comparar o sistema convencional com o orgânico, o risco de contaminação por resíduos de produtos químicos é consideravelmente reduzido no cultivo orgânico do morangueiro em relação ao convencional.

A pesquisa desenvolvida por Campo et al. (2012) avaliou a influência das práticas de cultivo convencional e orgânico em solo em relação ao cultivar Selva, oriundo da Galícia, Espanha. Após aplicação do teste estatístico, os pesquisadores consideraram que houve um aumento significativo no que se refere às concentrações de Vitamina C e da antocianina Pelargonidina-3-glicosídeo no sistema de cultivo orgânico em solo em comparação com o convencional em solo.

Entretanto, não houve aumento significativo quanto às concentrações de compostos fenólicos totais em relação aos tipos de cultivos pesquisados, conforme demonstra a Tabela 3.

O maior teor de antocianinas encontrado no sistema de cultivo orgânico pode ser explicado pelo fato destes compostos atuarem na prevenção de doenças e proteção das plantas em geral, pois como neste sistema de cultivo não há utilização de defensivos agrícolas, a planta torna-se mais indefesa em relação à agressão externa, produzindo, desta maneira, um número maior de compostos para sua própria defesa, incluindo, neste caso, as antocianinas (CAMPO et al., 2012).

Tabela 3 – Relação da influência dos cultivos convencional e orgânico em solo no cultivar Selva (Galícia, Espanha) no teor de compostos bioativos.

Determinação	Cultivo convencional	Cultivo orgânico
Vitamina C (mg.100 g ⁻¹ fruta fresca)	71,2±4,9	86,4±12,7
Pelargonidina-3-glicosídeo (µg.g ⁻¹ fruta fresca)	254,1±33,6	332,3±66,5
Compostos fenólicos totais (mg ácido gálico.100 g ⁻¹ fruta fresca)	288,0±0,2	260,0±0,2

Fonte: Adaptado de Campo et al (2012).

O estudo realizado por Hernanz et al. (2007) avaliou a quantidade de compostos fenólicos totais em cinco cultivares: Aromas, Camarosa, Diamante, Medina e Ventana, cultivados nos sistemas sem solo convencional, aberto e fechado, utilizando como substrato a perlita. No sistema aberto, não ocorre o retorno da solução nutritiva ao reservatório e, após irrigar as plantas, a solução é descartada. No sistema fechado, tal solução é bombeada para os canais de cultivo e, posteriormente à irrigação das plantas, ocorre a recirculação. As concentrações de compostos fenólicos totais nos cultivares Aromas, Diamante, Medina e Ventana apresentaram valores semelhantes, independentemente da técnica utilizada do cultivo sem solo. Contudo, os teores encontrados em morangos Camarosa no sistema aberto, 299,07 microgramas por grama (µg.g⁻¹) fruta fresca, foi evidentemente superior ao obtido nas amostras provenientes do sistema fechado, isto é, 215,66 µg.g⁻¹ fruta fresca.

2.2 Componentes nutricionais do morango

O morango apresenta valor energético de 30 quilocalorias (kcal) ou o correspondente a 126 quilojoules (kJ) por 100 g de fruta fresca (NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO, 2011), sendo constituído por vários componentes nutricionais.

O morango é uma importante fonte de compostos bioativos. Cita-se Vitamina B₉, Vitamina C, compostos fenólicos, dentre outros. Tais compostos são definidos por Kris-Etherton et al. (2002) como constituintes extra-nutricionais que ocorrem em pequenas quantidades nos alimentos. A Tabela 4 apresenta os principais componentes encontrados em morangos frescos.

Tabela 4 – Principais componentes nutricionais de morangos frescos, por 100 g.

Componentes	Nutriente	Por 100 g
Principais (g)	Água	90,95
	Carboidratos	7,68
	Lipídios	0,3
Minerais (mg)	Cálcio	16
	Ferro	0,41
	Magnésio	13
	Fósforo	24
	Potássio	153
	Sódio	1
Vitaminas (mg)	Vitamina C	58,8
	Vitamina B ₆	0,047
	Vitamina B ₂	0,022
	Vitamina B ₉	0,024

Fonte: Adaptado de Escola Paulista de Medicina (2016).

Cabe salientar que a Vitamina B₉ é um micronutriente fundamental para a saúde humana. A vitamina B₉, também conhecida por folato, ácido fólico ou folacina é uma vitamina hidrossolúvel, sendo encontrada principalmente em vegetais folhosos verdes como brócolis, espinafre e couve, em vísceras como fígado e rim e, também, em leguminosas e algumas frutas frescas. Das frutas frescas, o morango é considerado uma das fontes naturais mais ricas deste micronutriente essencial (MELO, 2004; GIAMPIERI et al., 2012).

A deficiência desta vitamina está mais relacionada com crianças e mulheres. Vários são os fatores que aumentam a demanda desta vitamina ocasionando a sua deficiência, entre eles, cita-se a elevada demanda metabólica por esta vitamina no crescimento fetal durante a gestação e sua deficiência durante este período provoca graves defeitos na formação do tubo neural. Para tanto, é imprescindível um consumo adequado de tal vitamina desde o período que antecede à concepção e, também, durante o crescimento e o desenvolvimento do feto (VANNUCCI; MONTEIRO, 2010).

Segundo a *Dietary Reference Intakes* (DRIs), a recomendação de ingestão diária de Vitamina B₉ para adultos é de 400 µg (micrograma)/dia (INSTITUTE OF MEDICINE, 1998).

Visando avaliar o ácido fólico, os pesquisadores Tulipani et al. (2008) desenvolveram um estudo com nove cultivares italianas, sendo cinco bem conhecidas e quatro selecionadas a partir de programa de melhoramento genético. Tal pesquisa reiterou que o morango pode ser considerado a fonte natural mais relevante de ácido fólico, sendo que das cultivares pesquisadas, as melhoradas geneticamente apresentaram altas concentrações deste micronutriente, ao passo que as demais cultivares apresentaram baixas concentrações.

Ressalta-se os autores Wattenberg (1992), Steinmetz e Potter (1996) e Kris-Etherton et al. (2002) ao afirmarem que pesquisas epidemiológicas têm mostrado que uma alimentação rica em vegetais e frutas está associada com a diminuição do risco de câncer. A hipótese deve-se ao fato dos vegetais e frutas conterem compostos bioativos que podem inibir vários tipos de câncer.

Hollman (2001) e Rice-Evans e Miller (1995) reiteram que tais compostos atuam como antioxidantes naturais. Para complementar, Horst e Lajolo (2009), esclarecem que alguns compostos interagem com os componentes celulares e teciduais e realizam um efeito biológico. Desse modo,

[...] compostos bioativos presentes na dieta habitual do ser humano apresentam efeitos biológicos. Há evidências de que eles apresentam papéis na redução do risco de doenças crônicas não-transmissíveis, como o câncer e as doenças cardiovasculares (HORST; LAJOLO, 2009, p. 800).

2.2.1 Capacidade antioxidante

Estudos realizados por Scalzo et al. (2005) e Melo et al. (2008) afirmam que a capacidade antioxidante é influenciada pelo tipo de fruta, isto é, espécies e variedades, estágio de maturação e, também, depende das condições de cultivo das plantas.

Pode-se classificar os antioxidantes

em produtos que atuam sobre a formação do $^1\text{O}_2$ ou que reagem com $^1\text{O}_2$ ou ainda produtos que atuam de forma competitiva em cadeia ou que atuam sobre os peróxidos, decompondo-os de forma a produzirem compostos que não mais participam da reação em cadeia de radicais livres (BOBBIO; BOBBIO, 2001, p. 41).

A formação de radicais livres ocorre através de reações de oxi-redução, ou seja, cedem o elétron isolado, oxidando-se, ou recebem outro, reduzindo-se. Assim, os radicais livres provocam ou resultam de tais reações (FERREIRA; MATSUBARA, 1997).

Montero (1996) esclarece que os organismos aeróbios possuem uma gama de antioxidantes visando proteger a formação dos radicais livres. A autora define os antioxidantes como substâncias que em baixas concentrações comparadas com o substrato, retardam significativamente ou previnem a oxidação do substrato. As substâncias antioxidantes podem ser divididas em enzimáticas e não enzimáticas. As enzimáticas são constituídas pelas enzimas superóxido dismutase, catalase e glutadiona peroxidase. Já, as não enzimáticas, incluem as substâncias antioxidantes de origem dietética, principalmente, encontradas em frutas e verduras. Destes, destacam-se as vitaminas, compostos fenólicos e minerais.

Os antioxidantes exercem diferentes funções na proteção dos organismos. Dentre as funções,

[...] Os antioxidantes são capazes de interceptar os radicais livres gerados pelo metabolismo celular ou por fontes exógenas, impedindo o ataque sobre os lipídeos, os aminoácidos das proteínas, a dupla ligação dos ácidos graxos poliinsaturados e as bases do DNA, evitando a formação de lesões e perda da integridade celular. Os antioxidantes obtidos da dieta, tais como as

vitaminas C, E e A, os flavonóides e carotenóides são extremamente importantes na interceptação dos radicais livres. Outro mecanismo de proteção é o reparo das lesões causadas pelos radicais. Esse processo está relacionado com a remoção de danos da molécula de DNA e a reconstituição das membranas celulares danificadas. Em algumas situações pode ocorrer uma adaptação do organismo em resposta a geração desses radicais com o aumento da síntese de enzimas antioxidantes (BIANCHI, ANTUNES, 1999, p. 125).

Na pesquisa sobre a capacidade antioxidante em morangos desenvolvida por Tulipani et al. (2008), a Vitamina C correspondeu a 30% da atividade antioxidante, seguida das antocianinas com 25-40% e o restante, ácido elágico e outros flavonóides.

O estudo realizado por Wang, Cao e Prior (1996) demonstrou que morangos têm capacidade antioxidante de duas a 16 vezes maior em relação a outras frutas: duas vezes em relação a laranjas ou uvas vermelhas, sete vezes a capacidade em relação a maçãs e bananas, 11 vezes no que se refere a pêras e 16 vezes maior que melões.

2.2.2 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos ou polifenóis estão relacionados com um numeroso grupo de moléculas encontrados em frutas, hortaliças, vinho, cacau, entre outros. Exercem funções importantes nas plantas, como fotoproteção e defesa contra insetos e micro-organismos, sendo também responsáveis tanto pela pigmentação quanto por algumas características organolépticas dos alimentos (HORST; LAJOLO, 2009).

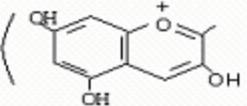
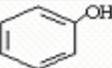
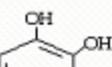
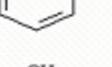
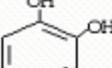
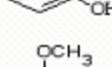
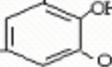
Dos compostos fenólicos, a maior parte está representada pelos flavonóides: principalmente as antocianinas (GIAMPIERI et al., 2012). Os flavonóides integram uma importante classe de pigmentos naturais encontrados unicamente em vegetais. Os flavonóides dividem-se em antocianinas e flavonóides não antociânicos (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

É pertinente, neste trabalho, mencionar sobre as antocianinas. Bobbio e Bobbio (2001, p. 109) esclarecem que tais compostos “são pigmentos vegetais encontrados principalmente em flores, frutas e folhas. Das antocianinas conhecidas as mais comuns em alimentos derivam das agliconas (antocianidinas)”. Ressalta-se que já foram identificadas e descritas mais de 100 variedades de antocianinas (BOBBIO; BOBBIO, 2003).

As funções desempenhadas pelas antocianinas nas plantas são diversas: antioxidantes, mecanismo de defesa, função biológica e proteção à ação da luz. Salienta-se que as cores atrativas e intensas que elas produzem possuem um papel importante em alguns mecanismos reprodutores das plantas, como a polinização e a dispersão de sementes (LOPES, 2007).

Quantitativamente, as antocianinas são os compostos fenólicos mais importantes. Neste contexto, a pesquisa desenvolvida por Silva et al. (2007) analisou antocianinas em cinco diferentes cultivares de morango, Camarosa, Carisma, Eris, Oso Grande e Tudnew. Foram detectadas 25 diferentes antocianinas. Destas 25, a pelargonidina predominou nos cinco cultivares estudados. O Quadro 2 apresenta a nomenclatura, a estrutura e a fonte na natureza das principais antocianinas.

Quadro 2 - Estruturas, nomes e fontes na natureza das principais antocianinas.

Estrutura do cátion flavilium	Estrutura do anel	Nome	Glicosídeo encontrado
		Pelargonidina	Morango, amora vermelha, bananeira.
		Cianidina	Jaboticaba, figo, cereja, uva, cacau, ameixa, jambolão, amora.
		Delfinidina	Beringela, romã e maracujá.
		Malvidina	Uva, feijão
		Peonidina	Uva, cereja
		Petunidina	Frutas diversas, petúnia.

Fonte: Bobbio; Bobbio (2001, p. 109)

O estudo realizado por Hernanz (2007) analisou antocianinas, também, em cinco diferentes cultivares, Aromas, Camarosa, Diamante, Medina e Ventana. Das seis antocianinas identificadas, a pelargonidina-3-glicosídeo predominou em todos os cultivares estudados, representando 83-94% do total de antocianinas.

A pesquisa desenvolvida por Pinto, Lajolo e Genovese (2008) evidenciou a influência das antocianinas sobre a atividade antioxidante de morangos, demonstrando que estes compostos são responsáveis por 52% a 92% do conteúdo total de flavonóides.

O estudo realizado por Castro et al. (2002), avaliou a capacidade antioxidante, visando a caracterização dos parâmetros Vitamina C, antocianinas e compostos fenólicos totais dos cultivares Camarosa (Espanha) e Selva (Portugal) que são utilizados na indústria de geleias em Portugal. O cultivar Selva apresentou 30% menos antocianinas que Camarosa, sendo que não houve diferença significativa em relação à Vitamina C. Quanto à concentração de compostos fenólicos totais, o cultivar Selva apresentou 30% a mais que Camarosa, o qual pode

estar atuando como um agente antioxidante natural. A Tabela 5 apresenta as concentrações dos antioxidantes pesquisados.

Tabela 5 – Caracterização de antioxidantes dos cultivares Selva e Camarosa utilizados na indústria de geleias em Portugal.

Determinação	Camarosa	Selva
Vitamina C (mg.100 g ⁻¹ fruta)	31,3±0,033	30,1±0,010
Antocianinas (mg.100 g ⁻¹ fruta)	48,2±1,424	29,9±0,982
Compostos fenólicos totais (mg.g ⁻¹ fruta)	6,4±0,294	9,8±0,189

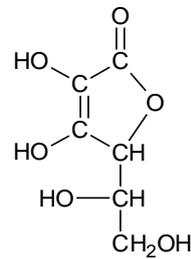
Fonte: Adaptado de Castro et al (2002).

2.2.3 Vitamina C

A Vitamina C é um componente nutricional que se evidencia no morango. É uma vitamina hidrossolúvel, não sintetizada pelos seres humanos, havendo necessidade de se obter através da dieta. O termo Vitamina C descreve todos os compostos que apresentam quantitativamente a atividade biológica do ácido ascórbico, sendo que o ácido L-ascórbico é o composto natural principal da Vitamina C (RIOS; PENTEADO, 2003).

Bobbio e Bobbio (2003) salientam que, quimicamente, esta vitamina é a lactona do ácido derivado de um monossacarídeo, pertencendo à classe dos carboidratos. Sua fórmula empírica é C₆H₉O₉, sendo que sua estrutura química está demonstrada na Figura 9.

Figura 9 – Estrutura química da Vitamina C.



Fonte: Bobbio; Bobbio (2003, p. 201).

Das doenças associadas com a deficiência de Vitamina C, determinou-se o escorbuto como uma das doenças mais comprometedoras, sendo que esta doença é conhecida há muito tempo (BOBBIO; BOBBIO, 2003; JACOB, 2003; SILVA; COZZOLINO, 2007).

Dentre as funções da Vitamina C, cita-se a conversão do colesterol em ácidos biliares e, também, no metabolismo iônico de minerais. A ação do ácido ascórbico como agente redutor biológico pode estar relacionado com a prevenção de doenças crônicas não transmissíveis. Devido a sua solubilidade em água, presume-se que tal vitamina integre a primeira linha de defesa do organismo e, em virtude da sua facilidade de doar elétrons, possui função antioxidante (SILVA; COZZOLINO, 2007).

Cabe mencionar que alguns estudos sugerem o papel da Vitamina C na prevenção do câncer (JACOB, 2003; SILVA; COZZOLINO, 2007). A Vitamina C

[...] previne a formação de substâncias carcinogênicas como nitrosamina, em alimentos e no trato gastrointestinal. [...] a vitamina é capaz de detoxificar mutagênicos e carcinogênicos químicos, incluindo o antraceno, benzopireno, pesticidas, organoclorados e metais pesados. Como um sequestrador de radicais livres, acredita-se que a vitamina seja importante para a prevenção de danos oxidativos a proteína, ao DNA e a membranas celulares (JACOB, 2003, p. 512-513).

Este possível efeito anticarcinogênico se deve ao fato da habilidade do ácido ascórbico em bloquear o processo carcinogênico mediante sua atividade antioxidante (JACOB, 2003; SILVA; COZZOLINO, 2007).

Salienta-se a pesquisa de Cordenunsi, Nascimento e Lajolo (2003), no qual avaliaram a vitamina C nos cultivares Dover e Campineiro, oriundos do município de

Atibaia, São Paulo. Os teores de vitamina C encontrados foram de 62 e de 44 mg (miligramas).100 g⁻¹ de fruta fresca para Campineiro e Dover, respectivamente. Já, Pineli (2009) avaliou os teores de vitamina C nos cultivares Camino Real e Oso Grande colhidos no município de Brazlândia, Distrito Federal, encontrando os teores de aproximadamente 47 e 32 mg.100 g⁻¹ de fruta fresca madura, respectivamente.

2.2.4 Minerais

Os minerais são nutrientes fundamentais para a manutenção do funcionamento do organismo humano, devendo ser obtidos por meio dos alimentos. Os teores dos minerais podem variar em diferentes cultivares, mesmo sendo produzidos sob as mesmas condições (ROCHA et al., 2008).

Sanchez-Castillo et al. (1998) afirmam que diversos fatores influenciam os teores de minerais nas plantas, como os fatores genéticos, tipo de solo, condições climáticas, fertilizantes, estágio de amadurecimento das plantas na colheita.

Estudos tanto em humanos quanto em animais mostraram que a ingestão adequada de certos minerais como, sódio, cálcio, magnésio, cromo, cobre, iodo e zinco podem reduzir fatores de risco individuais, incluindo doenças cardiovasculares (MERTZ, 1982).

De acordo com Özcan (2004), existe um importante interesse em relação à ingestão de alimentos ricos em minerais na prevenção de várias doenças. Mesmo abrangendo apenas cerca de 4-6% do corpo humano, os minerais se mostram fatores essenciais na alimentação. Os principais minerais requerem quantidades maiores de 100 mg por dia, representando 1% ou menos da massa corporal, podendo-se citar o cálcio, potássio, sódio, fósforo, magnésio, enxofre e cloro. Já, os elementos traços essenciais exigem quantidades menores, ou seja, menos que 100 mg por dia, perfazendo menos que 0,01% da massa corpórea, sendo eles, zinco, ferro, cobre, manganês, silício, flúor, iodo e cromo.

Faz-se necessário descrever brevemente os minerais estudados nesta pesquisa, isto é, cálcio, potássio e sódio.

Dos minerais, o cálcio é o mais abundante no organismo humano. Aproximadamente 99% do cálcio constituem ossos e dentes, sendo que o restante se distribui nos fluidos intra e extracelular. Tal mineral possui importantes funções, dentre elas, na contração e relaxamento muscular, na coagulação sanguínea, na ativação de diversas enzimas, dentre elas, a adenosina trifosfatase (ATPase), no qual libera energia para a contração muscular (COSTA; MARTINO, 2010; FRANCO, 2004).

De acordo com a DRIs, estabeleceu-se valores de ingestão adequada de cálcio, sendo que para adultos de 19 a 50 anos a quantidade é de 800 mg/dia (ROSS et al., 2011).

Os íons sódio (Na^+) e potássio (K^+) juntamente com o cloro (Cl^-) estão extensamente distribuídos no organismo, sendo os principais eletrólitos dos fluidos corporais. Salienta-se que a concentração desses íons nos fluidos corporais apresenta-se controlada, sendo que o Cl^- e o Na^+ encontram-se, principalmente, no compartimento extracelular e o K^+ no compartimento intracelular (COSTA; MARTINO, 2010).

As principais funções que o K^+ exerce nos diversos sistemas e órgãos são: contribui na regulação osmótica e equilíbrio hídrico do organismo, atua no metabolismo dos glicídios, intervém na síntese proteica, age na função renal, na contração da musculatura cardíaca, na transmissão nervosa, na tonicidade muscular, entre outras (FRANCO, 2004).

Dentre as principais funções do Na^+ , têm-se: é fundamental na distribuição orgânica de água e volume sanguíneo, à motilidade e à excitabilidade muscular, este mineral é um dos mais relevantes fatores da regulação osmótica do sangue, plasma, fluidos intercelulares e do equilíbrio ácido-base, dentre outras (FRANCO, 2004). Conforme Costa e Martino (2010), estabeleceu-se a ingestão adequada de 4,7 g de K^+ por dia para adultos e de 1,5 g de Na^+ para adultos jovens.

2.3 Parâmetros de qualidade do morango

Segundo Carvalho (2013, p. 28), a “qualidade do morango é fundamental para sua comercialização e diversos aspectos de manejo, como sistema de cultivo, condições edafoclimáticas, adubação, cultivar, entre outros, influenciam na qualidade das frutas”.

Para complementar, Darolt (2003) relata que diversos fatores podem influenciar no sabor e aroma das frutas, dentre eles, cultivar, clima, solo, sistema de produção (orgânico ou convencional), dentre outros.

Assim sendo, faz-se necessário a realização de análises qualitativas para determinar a qualidade das frutas: pH, medição de açúcares e acidez. O SST refere-se aos açúcares, vitaminas e sais minerais dissolvidos em água, sendo medido em °Brix. Cerca de 85% do total de SST nos sumos são açúcares, indicando a doçura do morango e o grau de maturação, ou seja, quanto maiores os teores de SST, mais madura e mais doce está o morango (CARVALHO, 2013). Isto é, conforme o fruto vai amadurecendo, aumenta os teores de açúcares em virtude da transformação do amido em açúcares simples (frutose e glicose) (GIARDI; SANHUEZA; BENDER, 2002).

A determinação do pH nos alimentos é importante tanto na perspectiva microbiológica quanto química. Na microbiológica, o pH exerce um significativo papel no controle do crescimento microbiano. Nas hortaliças e nas frutas pós-colheita, há uma grande ocorrência de micro-organismos que requerem variáveis de pH, temperatura, oxigênio, nutrientes e umidade para se desenvolverem, sendo que nas frutas predominam os fungos e nas hortaliças são encontrados fungos e bactérias em profusão. Quimicamente, pode-se dizer que as reações químicas que ocorrem nos alimentos possuem dependência da acidez (CHITARRA; CHITARRA, 2005; GOMES; OLIVEIRA, 2011).

Conforme Figueiredo et al. (2010), a redução do pH não está relacionada com o aumento do teor de ácido cítrico, mas, provavelmente, se deve ao aumento de outros ácidos que reduzem o pH, elevando a acidez da polpa. Na verdade, os

morangos destinados à indústria toleram um pH mais ácido, porém, os morangos destinados ao consumo *in natura* possuem melhor aceitabilidade com pH pouco ácido.

Cordenunsi, Nascimento e Lajolo (2003) afirmaram que os açúcares são os principais componentes responsáveis pelo sabor dos morangos. Contudo, ácidos orgânicos, não voláteis, também, são importantes neste quesito, sendo representado pela ATT, cujo componente principal é o ácido cítrico, cujo conteúdo é em torno de 90% em morangos. Tais ácidos regulam o pH celular, podendo influenciar na estabilidade das antocianinas e, conseqüentemente, na coloração dos morangos.

O sabor dos morangos está condicionado pelo equilíbrio entre SST e ATT em frutos maduros. Assim, o cálculo da razão entre SST/ATT é considerado um índice de qualidade (CORDENUNSI et al., 2002). No que se refere à razão entre SST e ATT, Chitarra e Chitarra (2005, p. 681) afirmam que tal relação “é uma das formas mais utilizadas para a avaliação do sabor, sendo mais representativa que a medição isolada de açúcares ou da acidez. Essa relação dá uma boa ideia do equilíbrio entre esses dois componentes [...]”.

Krolow, Schwengber e Ferri (2007, p. 1734), afirmaram que “a maior relação SST/ATT confere às frutas um melhor equilíbrio entre o doce e o ácido, conferindo sabor mais agradável, tornando-as mais atrativas”.

Dos atributos de qualidade, a cor é o mais atrativo para o consumidor, variando intensamente entre as espécies e os cultivares. As diferenças de cor entre os cultivares de uma mesma espécie referem-se às diferenças na proporção e na concentração entre os pigmentos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Cabe mencionar que as antocianinas representam o grupo de compostos fenólicos mais relevante nos morangos, sendo responsáveis pela sua coloração vermelha. Assim, a concentração e a composição das antocianinas são, portanto, fundamentais para a qualidade sensorial de frutos e de seus produtos (AABY et al., 2012).

Conforme Skupien e Oszmianski (2004) e Cantillano et al. (2008), o parâmetro de cor está condicionado a fatores genéticos, incluindo a composição de antocianinas do cultivar, ao clima e a práticas agronômicas.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Este capítulo apresenta os procedimentos metodológicos referentes ao tipo de pesquisa, coleta de dados, amostragem da primeira e segunda etapas, preparo do solo, controle de pragas, irrigação e croqui das propriedades bem como às técnicas das análises que foram determinadas na pesquisa. Tanto os agricultores quanto os técnicos da EMATER repassaram informações inerentes aos cultivos pesquisados, que foram descritas no decorrer desta pesquisa.

3.1 Tipo de pesquisa

A pesquisa quanto ao método é experimental e analítico, pois de acordo com Gil (2008), ao se determinar um objeto de estudo, neste caso, diferentes cultivares de morango, são escolhidas variáveis que possuem capacidade de influenciá-lo. A partir daí, se estabelece condições de controle de maneira a observar os resultados dos efeitos das variáveis produzidas no objeto.

3.2 Coleta de Dados

A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas.

3.2.1 Primeira etapa

Na primeira etapa, os morangos dos cultivares Camarosa, Camino Real e San Andreas cultivados no sistema de cultivo convencional em solo foram coletados no dia 16 de dezembro de 2013.

Foi realizado um levantamento da temperatura e umidade do ar nas propriedades de dois agricultores dos cultivares Camarosa, Camino Real e San Andreas no sistema de cultivo convencional em solo durante os 30 dias anteriores à coleta dos morangos, utilizando termo-higrômetro digital, marca Incoterm[®] modelo 7666.02.0.00 (Brasil). Todos os registros foram feitos às 7 horas (h) nas duas propriedades pesquisadas, sendo que este horário foi estabelecido de acordo com a disponibilidade dos agricultores em realizar tais medidas.

As coordenadas geográficas das propriedades onde foram coletados os morangos nesta etapa são: do cultivar Camarosa, -29°33'17,28" S, -51°20'10,97" O e da propriedade no qual foram coletados os cultivares Camino Real e San Andreas são -29°31'46,12" S, -51°22'45,99" O.

Foram realizadas análises físico-químicas do solo convencional pesquisado, no qual foram analisados: pH, argila, massa orgânica, fósforo (P^{+5}), potássio (K^{+}), alumínio (Al^{+3}), cálcio (Ca^{+2}), magnésio (Mg^{+2}), enxofre (S^{2-}), zinco (Zn^{2+}), cobre (Cu^{+2}), boro (B^{+3}), manganês (Mn^{+2}), ferro (Fe^{2+}), cloro (Cl). Tais análises foram realizadas no laboratório de solos da Central Analítica da Universidade de Santa Cruz do Sul (UNISC).

3.2.2 Preparo do solo

Para a preparação do solo para o cultivo dos cultivares Camino Real e San Andreas, usou-se 1,8 kg de esterco de galinha por m^2 e deixou-se em repouso por três semanas antes do plantio. Após, utilizou-se 10 sacos de adubo NPK (nitrogênio,

fósforo, potássio) (12-6-12). A adubação foliar foi feita a partir da aplicação dos produtos Blum-P e Farben-K, da empresa Samo Fertilizantes.

A preparação do solo para o cultivo do Camarosa foi realizada a partir de oito sacos de adubo NPK (4,14,8) mais micronutrientes e 12 toneladas de esterco de galinha. A pulverização foliar foi feita com cálcio a cada 10 ou 14 dias.

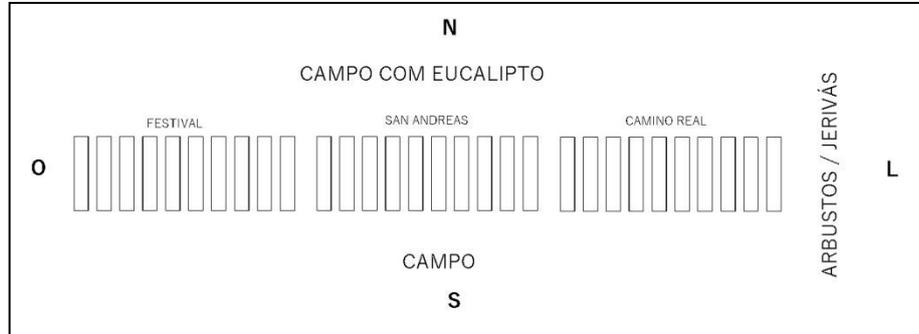
3.2.3 Controle de pragas, irrigação e croqui dos cultivos

Quanto ao controle de pragas e doenças, os agricultores afirmaram utilizar somente produtos para a cultura do morango que possuem registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, respeitando os dias de carência de cada produto. No cultivo do Camino Real e San Andreas foram utilizado os fungicidas Amistar Top, Rovral SC, Sialex 500 e Score. Já, no cultivo do Camarosa, utilizou-se somente Amistar Top.

A irrigação no cultivo do Camino Real e San Andreas foi realizada por gotejamento, quando necessário, após análise da umidade do solo. No cultivo do Camarosa a irrigação foi feita a cada três dias no verão e no inverno uma vez por semana. Os dois agricultores utilizaram água retirada de açude localizado nas suas propriedades.

A Figura 10 ilustra o croqui da propriedade onde foram produzidos os cultivares Camino Real e San Andreas. Percebe-se a leste a presença de diversos arbustos e da planta nativa Jerivá. Ao norte há ocorrência de campo e da planta exótica Eucalipto, ao sul tem-se campo e a oeste observam-se canteiros do cultivar Festival.

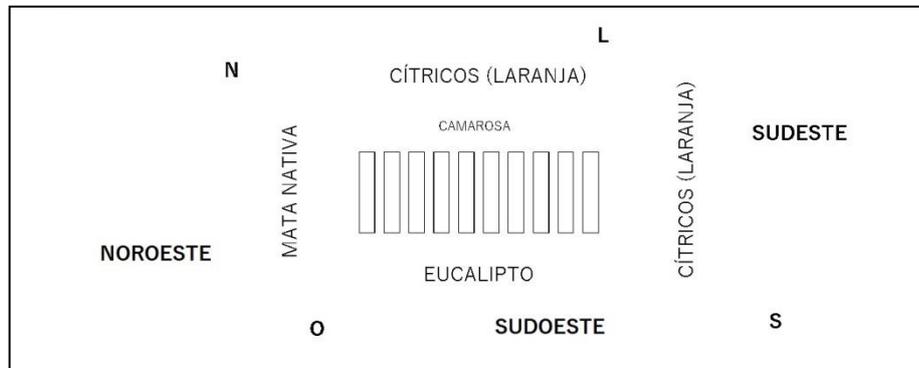
Figura 10 – Croqui da propriedade onde foram produzidos os cultivares Camino Real e San Andreas no município de Bom Princípio.



Fonte: Da autora.

A Figura 11 ilustra o croqui da propriedade onde foi cultivado o cultivar Camarosa. Observa-se a sudeste e a leste plantações de frutas cítricas, especialmente, laranjas, a noroeste a presença de mata nativa e a sudoeste tem-se cultivo da planta exótica Eucalipto.

Figura 11 – Croqui da propriedade onde foi produzido o cultivar Camarosa no município de Bom Princípio.



Fonte: Da autora.

3.3 Segunda etapa

Na segunda etapa do trabalho, os morangos dos cultivares Festival e San Andreas foram coletados nos dias 22 e 29 de setembro de 2014, nos sistemas de cultivo orgânico e convencional, em substrato, respectivamente.

Também realizou-se o levantamento da temperatura e umidade do ar nas duas propriedades durante 30 dias anteriores à coleta dos morangos, utilizando termo-higrômetro digital, marca Incoterm[®], modelo 7666.02.0.00 (Brasil). Todos os registros foram realizados às 12 h nas duas propriedades pesquisadas, sendo que este horário foi estabelecido de acordo com a disponibilidade dos agricultores em realizar tais medidas.

As coordenadas geográficas das propriedades onde foram coletados os morangos do cultivo convencional em substrato referem-se a -29°29'59,54" S; -51°19'52,03" O e do cultivo orgânico em substrato são: -29°28'20,15" S; -51°21'58,84" O.

As análises tanto dos substratos quanto das soluções nutritivas foram realizadas pelos laboratórios da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), a saber, Laboratório de Análises de Substratos para Plantas e Laboratório de Solos, respectivamente.

Para a condutividade dos substratos e soluções nutritivas utilizou-se a Instrução Normativa da Secretaria de Defesa Agropecuária n. 17, de 21 de maio de 2007 (BRASIL, 2007), por meio do Condutímetro Digimed[®] (Brasil), modelo DM 32. A análise de nitrogênio total foi realizada pelo Método de Kjeldahl.

3.3.1 Controle de pragas

No que se refere ao controle de pragas e doenças, o agricultor do cultivo em substrato convencional afirma utilizar somente produtos para a cultura do morango

que possuem registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, respeitando os dias de carência de cada produto. Utilizam-se os fungicidas Amistar Top e Score, de forma alternada, semanalmente, indiferentemente de haver ou não pragas, por precaução.

O produtor do sistema orgânico em substrato, relatou que emprega ácaros predadores da espécie *P. macropilis* como método para o controle biológico de ácaros. Quanto ao controle de fungos, o agricultor afirma possuir alguns cuidados, como o fechamento adequado destas para evitar umidade e, também, se necessário utiliza cobre peletizado. A adubação foliar é realizada com pó de rocha.

3.3.2 Preparo da solução nutritiva

Para preparar 1000 L de solução nutritiva no cultivo orgânico, adiciona-se à água 70 L de esterco de aves de produção orgânica fervido mais 0,5 L de biofertilizante. Os nutrientes e quantidades para o preparo do biofertilizante estão demonstrados na Tabela 6.

Tabela 6 - Nutrientes e quantidades necessários para o preparo de biofertilizante utilizado no cultivo orgânico, em substrato.

Nutriente	Quantidade
Sulfato de cobre	50 g
Ácido bórico	500 g
Sulfato de manganês	200 g
Sulfato de zinco	150 g
Molibdato de sódio	40 g
Sulfato de cobalto	25 g
Sulfato de ferro	2,0 kg
Sulfato de magnésio	1,6 kg
Cloreto de cálcio	1,6 kg (ou substituir por 1 kg de cal hidratado)
Fosfato	2,5 kg
Cinza	9,385 g
Esterco fresco de bovinos	25 kg
Leite fresco	21 L
Melado	11,2 kg

Fonte: EMATER(2015)

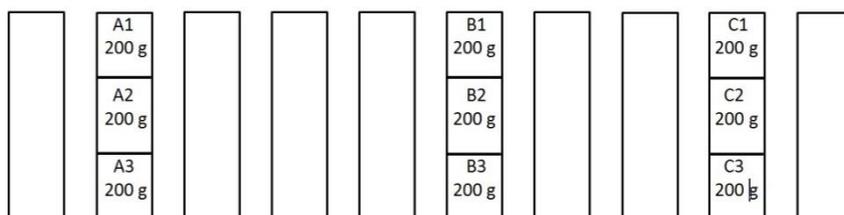
A complementação foliar foi feita a partir da mistura de 2,0 mL de biofertilizante por litro de água, a cada sete ou 14 dias.

O agricultor pesquisado no cultivo convencional em substrato, prepara a solução nutritiva a partir da mistura das soluções cujos nomes comerciais são Fertibase, constituídos dos elementos nitrogênio, cálcio, ferro, boro, manganês, molibdênio, cobalto, cobre, zinco e magnésio, e Ferti morango, composto de nitrogênio, fósforo, potássio, magnésio e enxofre, da empresa Samo Fertilizantes Ltda. Tal mistura é irrigada por gotejamento na plantação uma vez ao dia, pela manhã. Dependendo da necessidade, irriga-se com água de três a quatro vezes por dia.

3.4 Amostragem

As coletas das amostras de morangos foram realizadas a partir de um plano de amostragem. Na primeira etapa, o plano consistiu em coletar aproximadamente 600 g de morangos de três canteiros: segundo, central e penúltimo, sendo identificados, respectivamente, de A1, A2, A3; B1, B2, B3; e C1, C2, C3 (FIGURA 12), sendo que cada propriedade possuía 10 canteiros de cada cultivar. Foram coletados 200 g de morango no início, no meio e no final de cada canteiro. Assim, para cada cultivar foi realizada uma coleta de cerca de 1,8 kg, separadas em três amostras, de acordo com o canteiro coletado.

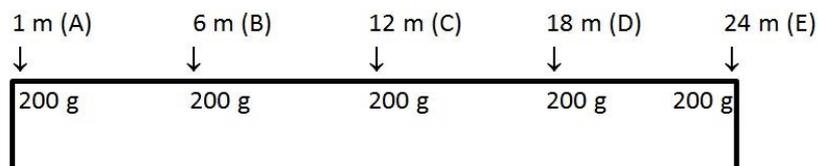
Figura 12 – Plano de amostragem da primeira etapa da coleta de morangos dos cultivares Camarosa, Camino Real e San Andreas do sistema de cultivo convencional em solo, no município de Bom Princípio.



Fonte: Da autora.

Na segunda etapa, a coleta foi realizada em cinco pontos predeterminados, sendo coletados 200 g no primeiro metro da fileira do plantio, sexto, décimo segundo, décimo oitavo e vigésimo quarto metros, identificados como A, B, C, D e E (FIGURA 13). As propriedades possuíam quatro fileiras de 24 m de substrato de cada cultivar pesquisado, totalizando 800 g de morangos por ponto amostrado.

Figura 13 - Plano de amostragem da segunda etapa da coleta de morangos dos cultivares Festival e San Andreas dos sistemas de cultivo convencional e orgânico, em substrato, no município de Bom Princípio.

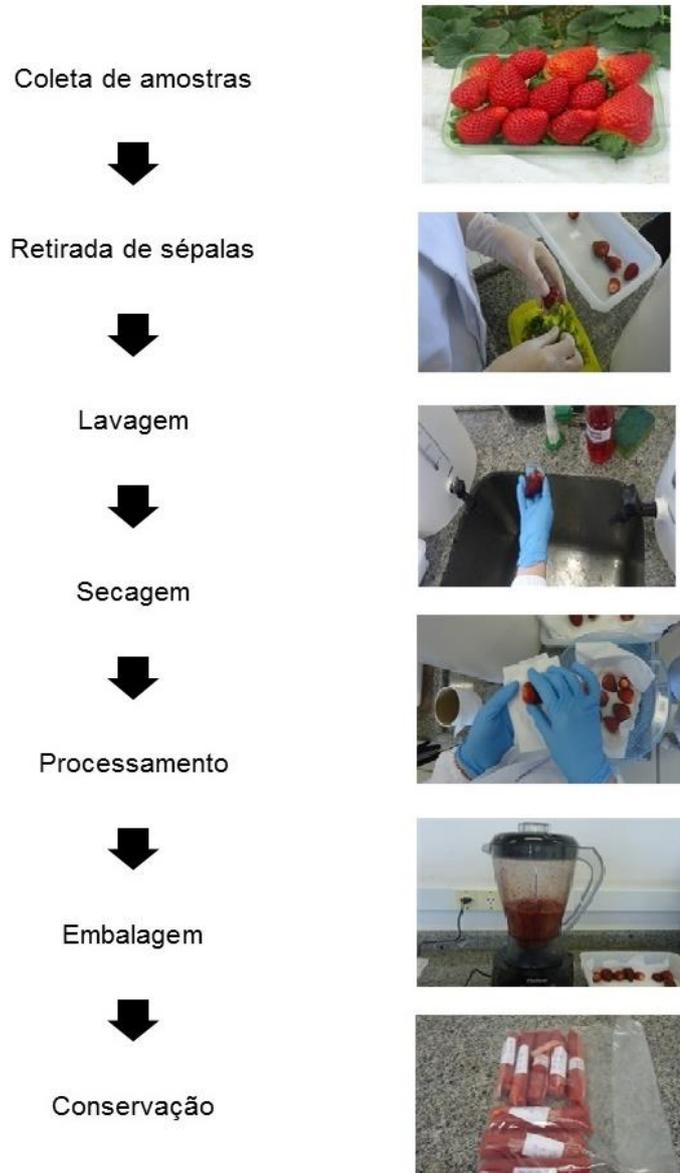


Fonte: Da autora.

3.5 Análises físico-químicas

Os morangos coletados conforme o plano de amostragem foram selecionados segundo o aspecto e o estágio de amadurecimento, ou seja, foram utilizados morangos que apresentaram coloração 100% avermelhada. Após, para a preparação da amostra, foram retirados, cuidadosamente e manualmente, o cálice juntamente com as sépalas. Posteriormente, os frutos foram lavados com água deionizada e secados com papel absorvente, sendo triturados em um multiprocessador marca Philco[®], modelo *All in one* (China). As amostras foram conservadas em freezer, com exceção das amostras para as análises de atividade antioxidante e vitamina C, pois estes parâmetros podem ter decréscimos em seus teores durante a conservação (COSTA, 2009; PINELI, 2009). A Figura 14 ilustra o esquema operacional para preparação das amostras.

Figura 14 – Esquema operacional para a preparação das amostras de morangos.



Fonte: Da autora.

Foram determinados os seguintes parâmetros físico-químicos: pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT), relação SST/ATT, antocianinas totais, compostos fenólicos totais, atividade antioxidante (AA), vitamina C, cálcio, sódio, potássio e cor. Todas as análises foram feitas em triplicata.

3.5.1 Análise de pH

Para determinação do pH foi utilizado um medidor multiparâmetro HI 2250 HANNA®.

3.5.2 Análise de Sólidos Solúveis Totais

O método do teor de SST foi adaptado de Costa (2009) utilizando-se um refratômetro de mesa tipo *Abbe refractometer*, marca *Optronics*® (China) e os resultados foram expressos em °Brix.

3.5.3 Análise de Acidez Total Titulável

A determinação da ATT foi realizada por titulometria, utilizando-se 20 mililitros (mL) de amostra, homogeneizada com água ultrapura de maneira a avolumar a 200 mL. Posteriormente, mediu-se 50 mL da solução. Como titulante foi usado solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 molar (M), padronizada com biftalato de potássio, até o pH de viragem de 8,3. Os resultados foram expressos como porcentagem de ácido cítrico equivalente à quantidade de NaOH gasto na titulação. Este procedimento foi adaptado de Ryan e Dupont (1973).

3.5.4 Relação de Sólidos Solúveis Totais e Acidez Total Titulável

Estimou-se a relação de SST/ATT através do quociente entre os dois parâmetros mencionados, conforme descrito por Costa (2009).

3.5.5 Análise de Antocianinas Totais

Para a determinação de antocianinas totais, o procedimento foi realizado pelo método diferencial do pH descrito por Giusti e Wrolstad (2001) com adaptações para o morango (COSTA, 2009). Utilizaram-se dois sistemas-tampão: cloreto de potássio 0,025 M, pH 1 e acetato de sódio 0,4 M, pH 4,5. Para a preparação da amostra, pesou-se 10 g de amostra e homogeneizou-se com 10 mL de água ultrapura. Após, colocou-se a solução em tubos Falcon, utilizando a centrífuga Excelsa II 206 B (Brasil), centrifugando a 3000 rotações por minuto (rpm) por 5 minutos (min). A seguir, filtrou-se o sobrenadante com auxílio de bomba de vácuo marca Marconi[®], modelo MA-058 (Brasil). Para cada sistema tamponado, utilizou-se 5 mL de tampão mais 200 microlitros (µL) de amostra previamente preparada, visando obter leituras de absorvância entre 0,100 e 1,200. As leituras foram feitas nos comprimentos de onda 497 nanômetros (nm) e 700 nm, em espectrofotômetro marca Thermo Scientific[®], modelo Genesys 10S UV-Vis (China). A diferença de absorvância (ΔA) entre os sistemas de tampões foi calculada por meio da Equação 1 :

$$\Delta A = (A_{\lambda_{m\acute{a}x.vis.}} - A_{700})_{pH\ 1,0} - (A_{\lambda_{m\acute{a}x.vis.}} - A_{700})_{pH\ 4,5} \text{ (Equação 1),}$$

sendo que:

ΔA = variação de absorvância;

$A_{\lambda_{m\acute{a}x.vis.}}$ = absorvância no comprimento de onda máximo (497 nm);

A_{700} = absorvância no comprimento de onda de 700 nm.

A concentração de pigmentos antociânicos foi realizada baseando-se no volume de extrato e na massa da amostra, a partir da antocianina mais abundante no morango, a pelargonidina-3-glicosídeo, de acordo com a Equação 2 (GIUSTI; WROLSTAD, 2001; COSTA, 2009):

$$At = (\Delta A \times M \times f \times 100) / (a \times 1) \text{ (Equação 2),}$$

em que:

At = antocianinas, mg.100 g⁻¹ de massa fresca;

ΔA = variação de absorbância ($A_{pH\ 1,0} - A_{pH\ 4,5}$);

M = massa molar da pelargonidina-3-glicosídeo, 451,20 g.mol⁻¹;

f = fator de diluição para o morango, 50; e

a = absorvidade (15600 kg.g⁻¹.cm⁻¹).

3.5.6 Análise de Compostos Fenólicos Totais

Em relação à determinação do teor de compostos fenólicos totais, as análises foram feitas a partir do método de Folin-Ciocalteu descrito por Waterhouse (2012) e, também, adaptado do método de Costa (2009). Para a preparação do extrato, pipetou-se 2 mL de amostra de morango em um balão volumétrico de 10 mL. Diluiu-se e avolumou com água ultrapura.

Pipetou-se 150 μ L de extrato, conforme preparado previamente, para um tubo de ensaio. Pipetou-se 7,85 mL de água ultrapura e 500 μ L de reagente Folin-Ciocalteu, adicionando-se ao extrato, seguido de agitação em vórtex marca Phoenix Lufenco[®] modelo AP56 (Brasil), e após repouso por 5 min. Após esse tempo, acrescentaram-se 150 μ L de solução aquosa de carbonato de sódio a 20% e agitou-se novamente. Deixou-se em repouso por 30 min em banho-maria a 40°C. Depois da reação, a mistura dos ácidos fosfotúngstico e fosfomolibdico (presentes no reagente de Folin-Ciocalteu), em meio básico, se reduzem ao oxidar os compostos fenólicos, resultando em óxidos azuis de wolfrâmio (W_8O_{23}) e molibdênio (Mo_8O_{23}). A curva padrão foi preparada utilizando soluções de ácido gálico e as leituras foram realizadas a 765 nm em espectrofotômetro marca Thermo Scientific modelo Genesys 10S UV-Vis (China). Os resultados foram expressos em equivalente do ácido gálico (mg.100 g⁻¹ de fruta fresca). Para o preparo da solução padrão de ácido gálico, foi pipetado 1 mL de ácido gálico para um balão volumétrico de 10 mL. Avolumou-se com água ultrapura e homogeneizou-se a solução. A curva foi

preparada com as concentrações $15 \mu\text{g.L}^{-1}$, $30 \mu\text{g.L}^{-1}$, $45 \mu\text{g.L}^{-1}$, $60 \mu\text{g.L}^{-1}$ e $75 \mu\text{g.L}^{-1}$ de ácido gálico.

3.5.7 Análise da Atividade Antioxidante Total

Para a determinação da Atividade Antioxidante Total foi utilizado o método pela captura do radical livre DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), adaptado de Rufino et al. (2007). Foram realizadas as seguintes etapas:

a) Preparo solução controle: em balão volumétrico de 100 mL, adicionaram-se 40 mL de solução de álcool metílico 50% e 40 mL de solução de acetona 70%. Avolumou-se a 100 mL com água ultrapura.

b) Preparo do extrato: pesou-se 10 g de amostra e adicionou-se 40 mL de metanol 50%. Homogeneizou-se e deixou-se em repouso a temperatura ambiente por 60 min. Em seguida, colocou-se a solução em tubos falcon e centrifugou-se a $25.400 \times g$ (gravidades) equivalente a 14.000 rpm durante 15 min na centrífuga marca Hitachi[®], modelo CR21GIII (Japão) a 20°C . Transferiu-se o sobrenadante da primeira extração para um balão volumétrico de 100 mL. O resíduo da primeira extração foi extraído com 40 mL de acetona 70%. Homogeneizou-se e deixou-se em repouso a temperatura ambiente por 60 min. Centrifugou-se a $25.400 \times g$ (14.000 rpm) por 15 min a 20°C . Transferiu-se o sobrenadante da segunda extração para o balão volumétrico de 100 mL contendo o sobrenadante da primeira extração e avolumou-se com água ultrapura.

c) Preparo da curva do DPPH: a partir da solução inicial de DPPH 60 micromolar (μM), foram preparadas em balões volumétricos de 10 mL, soluções variando de 10 μM a 50 μM de acordo com a Tabela 7.

Tabela 7 – Preparo das soluções para curva do DPPH para a análise de atividade antioxidante total.

Solução DPPH (mL)	Álcool metílico (mL)	Concentração final DPPH (μM)
0	10,00	0
1,67	8,33	10
3,33	6,67	20
5,00	5,00	30
6,66	3,34	40
8,33	1,67	50
10,00	0	60

Fonte: Adaptado de Rufino et al. (2007).

Em ambiente escuro, transferiu-se uma alíquota de, aproximadamente, 4 mL de cada solução de DPPH (10 μM , 20 μM , 30 μM , 40 μM , 50 μM e 60 μM) para cubetas de vidro e realizou-se leitura em espectrofotômetro a 515 nm. Para calibrar o equipamento, utilizou-se álcool metílico como branco.

d) Determinação da Atividade Antioxidante Total: a partir do extrato obtido no item b, preparou-se em tubos de ensaio de 1 mL quatro diluições em triplicata. Em ambiente escuro, transferiu-se uma alíquota de 0,1 mL de cada diluição do extrato para tubos de ensaio com 3,9 mL do radical DPPH e homogeneizou-se em vórtex marca Phoenix Luferco[®] modelo AP56 (Brasil). Utilizou-se 0,1 mL da solução controle com 3,9 mL do radical DPPH e homogeneizou-se. Utilizou-se álcool metílico, como branco, para calibrar o espectrofotômetro. As leituras em 515 nm foram monitoradas a cada min, no qual é observada a redução da absorbância até sua estabilização. A leitura da absorbância final para o cálculo do EC50 só foi feita após a estabilização da absorbância (tempo EC50). Para experimentos posteriores, a leitura foi realizada no tempo estabelecido anteriormente (tempo EC50). O tempo determinado nesta pesquisa foi de 25 min, coincidindo com as pesquisas de Pinto, Lajolo e Genovese (2008) e Pineli (2009). Utilizou-se espectrofotômetro de feixe duplo marca PerkinElmer[®] modelo Lambda 25 (Singapura).

e) Posteriormente a leitura, substituiu-se na Equação 3, que é a equação da curva do DPPH:

$y = ax - b$ (Equação 3), sendo:

$y = \text{Absorbância inicial do controle}/2$

x = resultado em μM DPPH

a = coeficiente angular

b = coeficiente linear

A conversão deste resultado para gramas (g) de DPPH, foi realizada através da Equação 4.

$$g \text{ DPPH} = \left(\frac{\mu\text{MDPPH}}{1.000.000} \right) x M \text{ (Equação 4)}$$

$$M = 394,32 \text{ g.mol}^{-1}$$

A partir das absorvâncias obtidas das diferentes diluições dos extratos, plotou-se a absorvância no eixo Y e diluição (mg.L^{-1}) no eixo X, e determinou-se a equação da reta (Equação 5).

$$y = -ax + b \text{ (Equação 5), sendo:}$$

a = coeficiente angular

b = coeficiente linear

y = Absorvância inicial do controle/2

$$x = \text{EC}_{50} (\text{mg.L}^{-1})$$

Para calcular a Atividade Antioxidante Total substituiu-se a absorvância equivalente a 50% da concentração do DPPH pelo y da Equação 5 e encontrou-se o resultado que corresponde à amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH (EC_{50}).

A partir do resultado (mg.L^{-1}) encontrado na Equação 5, dividiu-se por 1000 para obter o valor em g e, após, dividiu-se pelo valor encontrado em g DPPH (Equação 4) para obter o resultado final (Equação 6), que foi expresso em g fruta (porção comestível)/g DPPH. A Equação 6 refere-se a:

$$\frac{g \text{ fruta}}{g \text{ DPPH}} = \frac{\text{EC}_{50} (\text{mg.L}^{-1})}{g \text{ DPPH} x 1000} \text{ (Equação 6)}$$

3.5.8 Análise de Vitamina C

Para a análise da Vitamina C foi utilizado o método adaptado de Davey, Bauw e Montagu (1996) e Cruz-Rus et al. (2011). Pesou-se 1 g de amostra diretamente em tubos falcon e misturou-se com 2,5 mL de ácido metafosfórico 2% e 2,5 mL de ácido etilenodiamino tetracético (EDTA) 2 milimolar (mM) sob refrigeração por 20 min. Após, agitou-se os tubos com vórtex, marca Phoenix Lufenco, modelo AP56 (Japão) e centrifugou-se a 13000 x *g* (7165 rpm) por 20 min a 4°C na centrífuga Hitachi, modelo CR21GIII (Japão). Em seguida, filtrou-se o sobrenadante presente no tubo com auxílio de uma seringa com um filtro de membrana de 0,45 micrômetros (μm) acoplado. Tal sobrenadante foi filtrado diretamente para um vial âmbar de capacidade de 1,5 μL com tampa e septo de silicone.

As amostras foram injetadas em sistema de cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), marca Agilent, modelo Infinity (Estados Unidos), equipado com detector UV a 254 nm, com fase móvel de fosfato de sódio monobásico (0,1 M) e EDTA (0,2 mM) com fluxo de 0,6 mL.min⁻¹ e coluna Zorbax eclipse plus, C18 analytical, 4,6 x 150 milímetros (mm). Foi preparada uma curva padrão de ácido ascórbico nas concentrações 0,01; 0,008; 0,006; 0,004 e 0,002 M para injeção no cromatógrafo. O teor de ácido ascórbico presente nos morangos foi calculado a partir dos valores obtidos na curva padrão.

3.5.9 Análise de Minerais

Para a determinação dos minerais, cálcio, sódio e potássio foi utilizado o método adaptado de Sakuma et al. (2008) do Instituto Adolfo Lutz. Foram realizadas as seguintes etapas:

- a) Limpeza dos materiais: todos os materiais foram deixados de molho em solução de HCl 50% por, pelo menos, 4 h. Enxaguou-se com água deionizada e secou-se a temperatura ambiente.

b) Calcinação das amostras: numerou-se e calcinaram-se os cadinhos a 550°C por 1 h em forno mufla, marca Quimis (Brasil). Prepararam-se três cadinhos por amostra. Deixou-se resfriar até 250°C e transferiu-se para o dessecador. Resfriou-se até temperatura ambiente. Pesou-se 5 g de amostra em cada cadinho calcinado. Secou-se a amostra nos cadinhos em chapa aquecedora marca VELP Scientifica, modelo ARE (Itália). Calcinaram-se as amostras a 550°C por 4 h. Após resfriados os cadinhos com as amostras foram colocados no dessecador e pesados. As cinzas foram diluídas com 2,5 mL de ácido clorídrico P.A. Transferiu-se para um balão volumétrico de 100 mL e avolumou-se com água ultrapura.

c) Pipetou-se 10 mL da amostra diluída para tubos de ensaio. Usou-se um tubo de ensaio para cada metal. Adicionou-se supressor em cada tubo. Realizou-se a leitura em absorção atômica marca PerkinElmer, modelo Analyst 100 (Estados Unidos). Efetuou-se o cálculo segundo a Equação 7:

$\% = (leitura\ amostra - leitura\ branco) \cdot v_i \cdot FD / m1000$ (Equação 7), em que:

v_i = volume inicial (mL)

FD = fator de diluição

m = massa da amostra (g)

3.5.10 Cor

As amostras foram analisadas através do colorímetro modelo *Spectrophotometer* CM-5, marca Konica Minolta (Japão), sendo avaliados os parâmetros L^* (luminosidade), variando entre zero (preto) e 100 (branco); a^* (escala verde a vermelho); e b^* (escala azul ao amarelo). Tais valores foram utilizados para calcular o ângulo Hue ou tonalidade ($h^\circ = \arctan [b^*/a^*]$), onde 0° = vermelho-roxo; 90° = amarelo; 180° = verde-azulado e 270° = azul e o Croma ($C^* = [a^{*2} + b^{*2}]^{1/2}$), indicando a intensidade ou saturação da coloração (CONTI; MINAMI; TAVARES,

2002). E, também, para o Índice de cor ($IC = [100*(a/L+b)]$), segundo Cayuela et al. (1997).

3.6 Análise estatística dos dados

Todas as análises foram realizadas e os resultados apresentados foram calculados a partir das médias obtidas. Os dados foram analisados através de estatística descritiva com a análise de média, desvio padrão, percentual e tabelas. Os testes estatísticos foram realizados através do *Software* SPSS 21. A avaliação estatística dos resultados das características físico-químicas dos morangos foi realizada por meio de Análise de Variância (ANOVA) e verificada a significância dos modelos pelo teste-F. Nos modelos significativos, as médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 95% de significância ($p < 0,05$). Analisou-se, também, a correlação entre os parâmetros analisados nas amostras de morangos através de coeficiente de correlação de Pearson (r), o qual varia entre -1 e +1.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo traz os resultados obtidos com o desenvolvimento da pesquisa (primeira e segunda etapas) bem como a discussão destes.

4.1 Primeira etapa

Os resultados da primeira etapa referem-se à quantificação dos parâmetros físico-químicos analisados nos solos onde foram cultivados os cultivares Camarosa, Camino Real e San Andreas, as médias de umidade do ar e temperatura, pH, SST, ATT, razão entre SST e ATT, antocianinas totais, compostos fenólicos totais e os minerais cálcio, sódio e potássio nos morangos dos cultivares Camarosa, Camino Real e San Andreas.

4.1.1 Análise do solo

O Anexo A demonstra os resultados das análises do solo que foram produzidos os cultivares Camino Real e San Andreas e do solo do cultivar Camarosa, respectivamente.

4.1.2 Umidade do ar e temperatura

A média de umidade do ar e temperatura dos 30 dias anteriores à coleta da primeira etapa do trabalho, realizada na propriedade onde se coletou o cultivar Camarosa, foi de 90% e 18,5°C, respectivamente. Já, na propriedade onde houve a coleta dos cultivares Camino Real e San Andreas, a média da umidade foi de 81% e a temperatura média de 20,5°C. Mesmo que as propriedades se localizam na mesma região geográfica, distando, em linha reta, 5 km, as diferenças de 9% na umidade e 2°C podem estar relacionadas com as diferenças de composição das comunidades vegetais das propriedades, haja vista que áreas abertas como lavouras ou campo podem apresentar menor umidade se comparadas com áreas de matas nativas.

4.1.3 Parâmetros analisados na primeira etapa

Os parâmetros analisados na primeira etapa nos cultivares Camino Real, Camarosa e San Andreas produzidos no sistema convencional foram: pH, SST, ATT, razão entre SST e ATT, antocianinas totais, compostos fenólicos totais e minerais (cálcio, sódio e potássio).

4.1.3.1 pH

Os valores de pH encontrados foram de 3,99, 3,98 e 3,77 para os cultivares Camino Real, San Andreas e Camarosa, respectivamente, segundo a Tabela 8. Camarosa diferiu significativamente dos demais cultivares pesquisados, sendo que Camino Real e San Andreas apresentaram valores 6% e 5% maiores que Camarosa. Conforme dados da *Food and Drug Administration* (FDA), o pH do morango varia entre 3 a 3,9 (FDA/CFSAN, 2007). Para tanto, o pH do cultivar Camarosa está de acordo com esta faixa de pH e os cultivares Camino Real e San

Andreas ultrapassaram 2% do valor máximo do relatado pela FDA.

Tabela 8 - Valores médios de pH encontrados nos cultivares Camino Real, San Andreas e Camarosa cultivados no sistema convencional em solo no município de Bom Princípio.

Canteiro	pH		
	Camino Real	San Andreas	Camarosa
A	3,89 ± 0,02 ^b	4,04 ± 0,02 ^a	3,83 ± 0,01 ^a
B	3,97 ± 0,01 ^a	3,98 ± 0,02 ^b	3,75 ± 0,03 ^b
C	3,89 ± 0,02 ^b	3,93 ± 0,01 ^c	3,72 ± 0,01 ^b
Média	3,99^A	3,98^A	3,77^B

Valores expressos como médias ± desvio padrão

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste Tukey, ao nível de 95% de significância. Sendo que as letras minúsculas se referem a comparação na coluna (entre canteiro) e as letras maiúsculas na linha (entre cultivar)

Em relação às diferenças significativas nos valores de pH entre os canteiros, observa-se no cultivar Camino Real que o canteiro B diferiu significativamente dos canteiros A e C. No cultivar San Andreas, todos os canteiros diferiram significativamente. Já, no cultivar Camarosa, o canteiro A diferiu significativamente de B e C.

Tais diferenças podem estar relacionadas com os teores de ATT presentes em cada ponto, pois as quantidades de ácidos orgânicos também apresentaram diferenças significativas entre eles (TABELA 10).

Na pesquisa realizada por Castro et al. (2002) com o cultivar Camarosa, produzido em solo convencional em Huelva, Espanha, o pH encontrado foi de 3,7, similar ao encontrado nesta pesquisa, ou seja, 3,77. Já, na pesquisa realizada por Pineli (2009), em Brazlândia, Distrito Federal, o valor de pH encontrado para o cultivar Camino Real foi de 3,37, valor 18% abaixo do encontrado nesta pesquisa, pH 3,99. No estudo desenvolvido por Carvalho (2013) com o cultivar San Andreas produzido em solo convencional, o pH encontrado foi de 3,66, 9% inferior ao encontrado nesta pesquisa, ou seja, 3,98.

De acordo com Darolt (2003), dentro de um mesmo cultivar podem existir diferenças nas suas propriedades, pois os parâmetros de qualidade nutricional são multifatoriais, ou seja, as condições de clima, solo, dentre outros, podem influenciar

nos diversos parâmetros físico-químicos. Diante disso, os resultados encontrados podem ser devido às diferenças no tipo de solo e no manejo durante o cultivo, ou mesmo, como reiterado por Antunes et al. (2010), em virtude da existência de variações nas características de cada cultivar.

4.1.3.2 Sólidos Solúveis Totais

Os valores de SST dos cultivares Camino Real, San Andreas e Camarosa encontrados foram de 8,44, 10,92 e 8,96° Brix, respectivamente (TABELA 9), sendo que San Andreas apresentou maior teor de SST.

Tabela 9 – Valores de sólidos solúveis totais (SST) em °Brix dos cultivares Camarosa, Camino Real e San Andreas cultivados em solo convencional no município de Bom Princípio.

Canteiro	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)		
	Camino Real	San Andreas	Camarosa
A	8,17 ± 0,06 ^b	11,37 ± 0,06 ^b	8,27 ± 0,06 ^c
B	8,90 ± 0,00 ^a	12,17 ± 0,15 ^a	9,53 ± 0,15 ^a
C	8,27 ± 0,12 ^b	9,23 ± 0,23 ^c	9,07 ± 0,06 ^b
Média	8,44^B	10,92^A	8,96^{AB}

Valores expressos como médias ± desvio padrão

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste Tukey, ao nível de 95% de significância. Sendo que as letras minúsculas se referem a comparação na coluna (entre canteiro) e as letras maiúsculas na linha (entre cultivar)

Observa-se que o cultivar San Andreas diferiu significativamente de Camino Real. Camarosa não apresentou diferença significativa com os cultivares Camino Real e San Andreas. Pode-se dizer, também, que o cultivar San Andreas apresentou valores de SST 22% e 29% maiores que os cultivares Camarosa e Camino Real, respectivamente.

Schwarz et al. (2011) afirmam que tanto a adubação quanto a nutrição influenciam nas propriedades físico-químicas do morango. Passos e Trani (2013) destacam que o potássio influencia nas características organolépticas do morango, isto é, aroma, sabor, teor de açúcares. Também, asseveram que a deficiência do

cálcio proporciona diminuição na produtividade, piorando a qualidade do morango, incluindo baixos teores de açúcares. Dessa maneira, as diferenças nos valores de SST encontrados nesta pesquisa, podem estar relacionadas com os teores de potássio e cálcio encontrados em cada cultivar.

Observou-se que os cultivares Camino Real e Camarosa apresentaram teores médios de potássio de 160,13 e 165,57 mg.100 g⁻¹, respectivamente, obtendo-se valor de SST de 8,44 e 8,96° Brix (TABELA 9), respectivamente. No entanto, o teor de potássio encontrado no San Andreas foi de 148,63 mg.100 g⁻¹ e o teor médio de SST foi de 10,92° Brix, sendo que tais valores não aumentaram proporcionalmente, como verificado nos outros dois cultivares analisados. Talvez, seja uma característica do cultivar San Andreas possuir um teor de SST maior, sem depender diretamente do teor de potássio.

Os pesquisadores Silva et al. (2016) avaliaram o teor de SST dos cultivares Camarosa, Camino Real e San Andreas produzidos no sistema orgânico em solo, no período de novembro de 2014, no município de Pelotas/RS. San Andreas obteve o maior teor de SST, com 7,58° Brix, Camarosa apresentou 7,08° Brix e o menor teor foi encontrado no cultivar Camino Real com 6,58° Brix.

Em relação aos teores de cálcio, quanto menores estes teores nos cultivares, nos quais, 74,37, 123,35 e 109,2 mg.100 g⁻¹ para Camino Real, San Andreas e Camarosa, respectivamente, menores os teores de SST encontrados, ou seja, 8,44, 10,92 e 8,96° Brix para Camino Real, San Andreas e Camarosa, respectivamente.

Quanto às diferenças significativas nos valores de SST entre os canteiros, observa-se no cultivar Camino Real que o canteiro B diferiu significativamente de A e C. Nos cultivares San Andreas e Camarosa, todos os canteiros diferiram significativamente. Isso é devido a variações nos teores de cálcio e potássio nos canteiros, sendo que estas influenciaram, provavelmente, tais diferenças.

Quanto maior o teor de SST, maior a doçura do morango, tornando-os mais saborosos e atrativos para o consumidor. Segundo a Instrução Normativa n. 19, de 19 de junho de 2013, que estabelece os valores mínimos de SST para frutas, o morango deve conter mínimo de 7,5° Brix (BRASIL, 2013b). Pode-se dizer que todos

os cultivares analisados estão acima dos valores mínimos estabelecidos.

4.1.3.3 Acidez Total Titulável

No que se refere à ATT (TABELA 10), o maior valor encontrado foi de 0,87 g ácido cítrico.100 mL⁻¹ polpa para o cultivar San Andreas, no qual não diferiu significativamente de Camino Real que apresentou 0,75 g de ácido cítrico.100 mL⁻¹ de polpa. Porém, diferiu significativamente do cultivar Camarosa, no qual se obteve o valor de 0,67 g de ácido cítrico.100 mL⁻¹ de polpa. San Andreas apresentou valores de 30% e 16% maiores que Camarosa e Camino Real, respectivamente.

Tabela 10 – Valores de Acidez Total Titulável (ATT) (g ácido cítrico.100 mL⁻¹ polpa) encontrados nos cultivares Camino Real, San Andreas e Camarosa cultivados no sistema em solo convencional no município de Bom Princípio.

Canteiro	Acidez Total Titulável (g ácido cítrico.100 mL ⁻¹ polpa)		
	Camino Real	San Andreas	Camarosa
A	0,74 ± 0,01 ^b	0,80 ± 0,01 ^b	0,71 ± 0,01 ^a
B	0,77 ± 0,00 ^a	0,89 ± 0,00 ^a	0,71 ± 0,01 ^a
C	0,74 ± 0,01 ^b	0,91 ± 0,02 ^a	0,58 ± 0,01 ^b
Média	0,75^{AB}	0,87^A	0,67^B

Valores expressos como médias ± desvio padrão

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste Tukey, ao nível de 95% de significância. Sendo que as letras minúsculas se referem a comparação na coluna (entre canteiro) e as letras maiúsculas na linha (entre cultivar)

Segundo Figueiredo et al. (2010), a redução do pH não está relacionada com o aumento dos teores de ácido cítrico, mas, provavelmente, se deve ao aumento de outros ácidos que reduzem o pH, elevando a acidez da polpa. Tal afirmação pode ser observada nos resultados encontrados nesta pesquisa. Os cultivares Camino Real e San Andreas apresentaram pH de 3,99 e 3,98, respectivamente, tendo ATT de 0,75 e 0,87 g ácido cítrico.100 mL⁻¹ polpa, respectivamente. Já, Camarosa apresentou pH de 3,77, possuindo 0,67 g ácido cítrico.100 mL⁻¹ polpa.

Macit et al. (2007) afirmam que de todos os nutrientes utilizados como fertilizantes, o potássio se mostra como o mais importante em relação à qualidade

dos frutos, especialmente à ATT. As pesquisas desenvolvidas por Marodin et al. (2010) e Schwarz et al. (2011) relatam um aumento nos teores de ATT em relação ao aumento dos teores de potássio. Em relação à quantidade de potássio encontrado nos solos que foram produzidos os cultivares Camino Real, San Andreas e Camarosa, obteve-se teores de 324, 324 e 70 mg.L⁻¹ de potássio, respectivamente.

Com base nestes resultados e de acordo com os teores de ATT apresentados na Tabela 10, percebe-se que os valores de ATT aumentam conforme o aumento da quantidade de potássio encontrado no solo dos cultivares pesquisados, podendo-se presumir que o teor de potássio influencia na quantidade de acidez nos morangos.

No que se refere às diferenças significativas nos valores de ATT entre os canteiros, observa-se que o canteiro B diferiu de A e C no cultivar Camino Real, o canteiro A diferiu de B e C no cultivar San Andreas e o canteiro C diferiu de A e B no cultivar Camarosa. Provavelmente, diferenças nos teores de potássio em cada ponto podem ter influenciado tais diferenças.

O teor de ATT em morangos pode variar entre 0,6 e 2,3%, sendo que morangos que apresentam menor acidez são mais agradáveis e saborosos, de acordo com dados da literatura citado por Cordenunsi, Nascimento e Lajolo (2003). Segundo Kader (1999), o máximo aceitável de ATT em morangos, correspondente a um sabor agradável, é de 0,8%. Assim, todos os cultivares estão dentro da ATT recomendada.

O estudo desenvolvido por Cecatto et al. (2013) comparou a produção de morangos de vários cultivares em solo e em substrato, convencional, em Passo Fundo, RS. Em relação aos resultados do cultivo em solo para os cultivares Camino Real, San Andreas e Camarosa, encontrou-se 0,52, 1,00 e 0,81% de ácido cítrico, respectivamente. San Andreas também apresentou maior teor de ATT entre os cultivares pesquisados. Quanto aos teores desta pesquisa em relação aos de Cecatto et al. (2013), tem-se valores 45% superiores do Camino Real, 15% inferiores do San Andreas e 21% inferiores do Camarosa.

4.1.3.4 Razão entre SST e ATT

Os teores em relação à razão SST/ATT (TABELA 11) encontrados nos cultivares pesquisados não diferiram significativamente e foram de 11,29, 12,67 e 13,57 para Camino Real, San Andreas e Camarosa, respectivamente. O cultivar Camarosa apresentou os maiores teores da razão SST/ATT, sendo superiores 20% e 7% em relação aos cultivares Camino Real e San Andreas, respectivamente.

Tabela 11 – Valores da Razão de Sólidos Solúveis Totais (SST) e de Acidez Total Titulável (ATT) encontrados nos cultivares Camino Real, San Andreas e Camarosa cultivados no sistema em solo convencional no município de Bom Princípio.

Canteiro	Razão SST/ATT		
	Camino Real	San Andreas	Camarosa
A	11,09 ± 0,17 ^b	14,18 ± 0,05 ^a	11,61 ± 0,17 ^c
B	11,57 ± 0,00 ^a	13,68 ± 0,13 ^a	13,52 ± 0,25 ^b
C	11,22 ± 0,14 ^{ab}	10,15 ± 0,42 ^b	15,58 ± 0,13 ^a
Média	11,29^A	12,67^A	13,57^A

Valores expressos como médias ± desvio padrão

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste Tukey, ao nível de 95% de significância. Sendo que as letras minúsculas se referem a comparação na coluna (entre canteiro) e as letras maiúsculas na linha (entre cultivar)

Quanto às diferenças significativas nos valores da razão entre SST e ATT entre os canteiros, observa-se que a maioria dos canteiros dos cultivares pesquisados diferiu significativamente. Como os teores de potássio influenciam nos valores tanto de SST quanto de ATT, é provável que diferenças nos teores de potássio em cada canteiro podem ter influenciado tais diferenças.

Na pesquisa de Camargo et al. (2011) realizada com Camino Real cultivado no sistema convencional em solo, os valores encontrados de SST foram de 7,96° Brix, 0,94% de ácido cítrico para ATT e a razão entre SST e ATT foi de 8,47. Observa-se que a quantidade de SST e a razão entre SST/ATT foram inferiores aos encontrados na presente pesquisa.

Já, a pesquisa de Cecatto et al. (2013), desenvolvida no cultivo em solo convencional, no que se refere à razão SST/ATT para os cultivares Camino Real,

San Andreas e Camarosa, obtiveram-se os valores de 6,60, 5,26 e 8,19, respectivamente. Estes resultados mostram-se 71%, 141% e 66% inferiores aos encontrados na presente pesquisa. Tais valores se justificam pelos baixos teores de SST encontrados na pesquisa de Cecatto et al. (2013): 3,43, 5,26 e 6,63° Brix para os cultivares Camino Real, San Andreas e Camarosa, respectivamente.

A Tabela 12 demonstra as correlações entre os parâmetros pH, SST, ATT e razão SST/ATT nos cultivares Camino Real, San Andreas e Camarosa produzidos no cultivo convencional em solo. Camarosa (0,709) e Camino Real (0,916) possuem correlação positiva entre pH e ATT e San Andreas apresenta correlação negativa (0,909) entre pH e ATT. Camarosa possui correlação negativa (0,781) e Camino Real tem correlação positiva (0,940) em relação ao pH e SST. Quanto ao pH e à razão SST/ATT, Camarosa (0,927) possui correlação negativa, sendo que Camino Real (0,830) e San Andreas (0,857) apresentam correlação positiva. Somente Camino Real (0,936) apresenta correlação positiva entre ATT e SST. Camarosa (0,897) e San Andreas (0,732) têm correlação negativa e Camino Real (0,732) possui correlação positiva entre ATT e razão SST/ATT. Camino Real (0,926) e San Andreas (0,927) têm correlação positiva entre SST e razão SST/ATT.

A pesquisa de Pelayo-Zaldívar, Ebeler e Kader (2005) encontrou correlação positiva (0,42), porém fraca, entre pH e ATT para os cultivares Aromas, Diamante e Selva.

Tabela 12 – Valores de correlação entre pH, SST (Sólidos Solúveis Totais), ATT (Acidez Total Titulável) e razão SST/ATT nos cultivares Camarosa, Camino Real e San Andreas produzidos no cultivo convencional em solo.

Parâmetro	pH			ATT (g ácido cítrico.100 mL ⁻¹ polpa)			SST (°Brix)			Razão		
	C	CR	SA	C	CR	SA	C	CR	SA	C	CR	SA
pH	1	1	1	0,709*	0,916**	-0,909*	-0,781*	0,940**	ns	-0,927**	0,830**	0,857**
ATT	0,709*	0,916**	-0,909**	1	1	1	Ns	0,936**	ns	-0,897**	0,732*	-0,732*
SST	-0,781*	0,940**	ns	ns	0,936**	ns	1	1	1	ns	0,926**	0,927**
Razão	-0,927**	0,830*	0,857**	-0,897**	0,732*	-0,732*	Ns	0,926**	0,927*	1	1	1

ns: não significante; C: Camarosa; CR: Camino Real; SA: San Andreas; *: significativa no nível 0,01; **: significativa no nível 0,05.

4.1.3.5 Antocianinas totais

Sobre os teores médios de antocianinas totais encontrados nos cultivares pesquisados (TABELA 13), os cultivares Camarosa e Camino Real apresentaram 55,92 e 55,67 mg.100 g⁻¹ de fruta fresca, respectivamente, não apresentando diferença significativa entre si. Já o cultivar San Andreas diferiu significativamente dos demais com 41,23 mg.100 g⁻¹ de fruta fresca. Do mesmo modo, destaca-se que os cultivares Camarosa e Camino Real sobressaíram em 36% e 37%, respectivamente, em relação ao cultivar San Andreas (MUSA et al., 2015b).

Tabela 13 – Teores de antocianinas totais (mg.100 g⁻¹ de fruta fresca) encontrados nos cultivares Camino Real, San Andreas e Camarosa cultivados nos sistemas convencional em solo no município de Bom Princípio.

Antocianinas (mg.100 g⁻¹ de fruta fresca)			
Canteiro	Camino Real	San Andreas	Camarosa
A	55,87 ± 1,96 ^a	40,77 ± 2,81 ^b	53,86 ± 2,77 ^b
B	55,27 ± 3,60 ^a	45,28 ± 0,67 ^a	59,77 ± 1,11 ^a
C	55,87 ± 2,76 ^a	37,65 ± 2,87 ^b	54,13 ± 2,37 ^b
Média	55,67^A	41,23^B	55,92^A

Valores expressos como médias ± desvio padrão

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. As letras minúsculas se referem à comparação nas colunas (entre canteiro) e as letras maiúsculas, na linha (entre cultivar).

Salienta-se que os teores de antocianinas totais nos canteiros do cultivar Camino Real não apresentaram diferença significativa. Já os canteiros A e C diferiram significativamente do canteiro B tanto no cultivar Camarosa quanto no cultivar San Andreas. Segundo Pineli (2009), a formação de antocianinas é acelerada pela luz. O aumento do teor de antocianinas no canteiro B dos dois cultivares mencionados pode estar relacionado com uma incidência de sol maior na parte central desses canteiros (MUSA et al., 2015b).

Nas pesquisas realizadas por Castro et al. (2002) e por Pinto, Lajolo e Genovese (2008) com o cultivar Camarosa, o teor de antocianinas encontrado foi de 48,2 e de 43 mg.100 g⁻¹ de fruta, respectivamente, inferior ao encontrado nesta

pesquisa. Essa diminuição nos teores pode estar relacionada com a incidência de luz solar (PINELI, 2009).

Clifford (2000) relata que dados da literatura demonstram que valores médios de antocianinas em morangos podem variar entre 15 e 35 mg.100 g⁻¹ de fruta fresca. Contudo, outras pesquisas descrevem variações mais abrangentes nos teores de antocianinas em morangos, podendo-se destacar o estudo de Aaby et al. (2012), no qual avaliaram teores de antocianinas em 27 cultivares, tendo detectado valores entre 8,5 a 65,9 mg.100 g⁻¹ de fruta fresca para os cultivares Marlate e Rondo, respectivamente. Já a pesquisa desenvolvida por Lal et al. (2013) com 22 cultivares encontrou menores variações, entre 28,24 e 43,32 mg.100 g⁻¹ de fruta fresca para as cultivares Douglas e Brighton, nesta ordem.

No estudo realizado por Chaves (2014) com os mesmos cultivares desta pesquisa, cultivados em ambiente protegido com cobertura plástica anti-UV, no município de Passo Fundo/RS, e também quantificados por meio do método do pH diferencial, os teores de antocianinas totais foram de 24,05, 15,16 e de 18,69 mg.100 g⁻¹ de frutos para Camarosa, Camino Real e San Andreas, respectivamente. Esses valores apresentam-se relativamente inferiores em comparação aos resultados encontrados na presente pesquisa.

Conforme Meyers et al. (2003) e Silva et al. (2007), essas variações estão fortemente relacionadas com fatores edafoclimáticos, grau de maturação, sazonalidade, além da variedade do cultivar. Da mesma forma, Chaves (2014) reitera que não apenas fatores genéticos estão envolvidos nessas diferenças, visto que o local de cultivo pode alterar a concentração de antocianinas totais.

4.1.3.6 Compostos fenólicos totais

Quanto aos valores médios de compostos fenólicos totais, encontrou-se no cultivar Camino Real o valor de 80,73 mg ácido gálico.100 g⁻¹ de fruta fresca, diferindo significativamente dos cultivares Camarosa e San Andreas, cujos valores

encontrados foram de 86,97 e 86,48 mg ácido gálico.100 g⁻¹ de fruta fresca, nesta ordem (TABELA 14). Os cultivares Camarosa e San Andreas não apresentaram diferença significativa, apresentando teores superiores a 7,7% e 7,1% em relação ao cultivar Camino Real (MUSA et al., 2015b).

Tabela 14 - Teores de compostos fenólicos totais encontrados nos cultivares Camarosa, Camino Real e San Andreas no cultivo convencional em solo, no município de Bom Princípio, RS.

Compostos Fenólicos (mg de ácido gálico.100 g⁻¹ de fruta fresca)			
Canteiro	Camino Real	San Andreas	Camarosa
A	80,73 ± 0,34 ^a	85,80 ± 0,20 ^a	87,07 ± 1,02 ^a
B	81,16 ± 0,68 ^a	86,65 ± 1,69 ^a	86,44 ± 0,09 ^a
C	79,70 ± 0,40 ^a	86,02 ± 0,12 ^a	86,87 ± 0,41 ^a
Média	80,73^B	86,48^A	86,97^A

Valores expressos como médias ± desvio padrão

Médias seguidas de mesma letra não diferem significamente pelo teste Tukey, ao nível de 95% de significância. Sendo que as letras minúsculas se referem a comparação na coluna (entre canteiro) e as letras maiúsculas na linha (entre cultivar)

Ressalta-se que, estatisticamente, não houve diferença significativa nos teores de compostos fenólicos totais encontrados nos canteiros A, B e C dos três cultivares estudados (MUSA et al., 2015b).

Já o teor de compostos fenólicos totais encontrados pelos pesquisadores Pinto, Lajolo e Genovese (2008) no cultivar Camarosa cultivado no município de Atibaia, São Paulo, foi de 262 mg.100 g⁻¹, sendo esse valor superior ao encontrado nesta pesquisa.

Cabe mencionar, ainda, a pesquisa realizada por Hernanz et al. (2007), que apresentou variação nos teores de compostos fenólicos totais entre 17,9 a 29,9 mg.100 g⁻¹ de fruta fresca em cinco cultivares diferentes (Aromas, Camarosa, Diamante, Medina e Ventana).

Bravo (1998) afirma que a quantidade de compostos fenólicos está fortemente associada com fatores genéticos e condições ambientais, podendo-se citar o grau de maturação, cultivares e outros. Além disso, afirma que a média dos teores de compostos fenólicos totais encontrados em morangos varia entre 38 e 218 mg.100 g⁻¹ de fruta fresca. E Copetti (2010) reitera que variações nos resultados de

compostos fenólicos totais podem estar relacionadas com vários fatores, como o tipo e a estrutura do solo, diferentes espécies e cultivares, clima (luz, temperatura, chuva, umidade), métodos de aplicação de fertilizantes, práticas de cultivo (uso de agrotóxicos, irrigação e reguladores de crescimento), população microbiana do solo, dentre outros.

Desse modo, dos três cultivares pesquisados, o cultivar Camarosa apresentou teores médios superiores tanto de antocianinas totais quanto de compostos fenólicos totais (MUSA et al., 2015b).

Com o intuito de demonstrar a influência edafoclimática nos compostos bioativos em morangos, os pesquisadores Josuttis et al. (2013) desenvolveram um estudo comparando a variação nos teores de antocianinas totais e de compostos fenólicos totais em um mesmo cultivar, neste caso, Elsanta, oriundo de diferentes países, sendo cultivado sob condições semelhantes. A partir dos resultados obtidos, observou-se que a variação no mesmo cultivar, apenas pela alteração do local de produção, ficou entre 26,6 e 38,9 mg.100 g⁻¹ de fruta fresca para antocianinas totais e entre 189,1 e 309 mg.100 g⁻¹ de fruta fresca para compostos fenólicos totais. Esses resultados demonstram a influência não somente dos fatores genéticos, mas dos aspectos edafoclimáticos na biossíntese de antocianinas e de compostos fenólicos.

Segundo Chaves (2014), torna-se necessário conhecer os teores de metabólitos secundários nos cultivares, em especial compostos fenólicos e antocianinas, pois agregam valor ao fruto, existindo a possibilidade de escolha de cultivares com alto teor de compostos bioativos para serem cultivados.

Por isso, os resultados encontrados nesta pesquisa poderão ser utilizados para melhor seleção de cultivares no que diz respeito aos teores de compostos fenólicos totais e de antocianinas. Além disso, cultivares com teores superiores de compostos bioativos poderão ser valorizados comercialmente, demonstrando ser uma alternativa importante e saudável para a alimentação humana (MUSA et al., 2015b).

A partir da correlação entre os parâmetros antocianinas e compostos fenólicos nos cultivares Camino Real, San Andreas e Camarosa produzidos no cultivo convencional em solo observa-se que não houve correlação entre os parâmetros estudados.

4.1.3.7 Minerais: cálcio, sódio e potássio

Os teores de cálcio encontrados nos cultivares Camino Real, Camarosa e San Andreas foram de 74,37, 109,26 e 123,35 mg.100 g⁻¹, respectivamente (TABELA 15), sendo que os três cultivares diferiram significativamente. San Andreas apresentou o maior teor de cálcio, sobressaindo 66 e 13% em relação ao Camino Real e Camarosa, respectivamente.

Tabela 15 – Teores de minerais (cálcio, sódio e potássio) encontrados nos cultivares Camino Real, Camarosa e San Andreas cultivados no sistema convencional em solo no município de Bom Princípio.

	Minerais (mg.100 g ⁻¹)		
	Camino Real	Camarosa	San Andreas
Cálcio	74,37 ± 0,80 ^a	109,26 ± 0,93 ^b	123,35 ± 2,97 ^c
Sódio	3,87 ± 0,18 ^a	4,46 ± 0,40 ^a	4,20 ± 0,68 ^a
Potássio	160,13 ± 20,69 ^a	165,57 ± 15,14 ^a	148,63 ± 5,29 ^a

Valores expressos como médias ± desvio padrão

Médias seguidas de mesma letra não se diferem significativamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Cabe mencionar que não foi possível fazer correlação de Pearson com os resultados de minerais, pois, devido à reduzida quantidade de amostra, não se conseguiu fazer triplicata dos canteiros, faltando dados para fazer a correlação.

A Escola Paulista de Medicina (2016) relata que a média do teor de cálcio em morangos é de 16 mg.100 g⁻¹. Os resultados encontrados na presente pesquisa são maiores, sobressaindo em 365%, 583% e 670% em relação aos teores encontrados para Camino Real, Camarosa e San Andreas, respectivamente. Contudo, deve-se considerar que as diferenças de composição dependem do tipo de cultivar (TULIPANI et al., 2008) e de diversos outros fatores, como mencionado por

Sanchez-Castillo et al. (1998), dentre eles, tipo de solo, condições climáticas, fertilizantes, dentre outros.

Para interpretar os resultados na análise dos solos, vale mencionar que segundo a Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004), o nível adequado ou faixa adequada é correspondente à faixa Alto, pois, em geral, têm-se rendimentos próximos à máxima eficiência econômica das culturas. Normalmente, esta faixa está próxima a 90% do rendimento relativo máximo.

Para tanto, segundo a análise dos solos, a quantidade de cálcio presente no solo no qual foram produzidos os cultivares Camino Real e San Andreas é de 5,2 Centimol de carga por litro ($\text{cmol}_c.\text{L}^{-1}$) e no solo cujo cultivo foi o Camarosa é de 3,2 $\text{cmol}_c.\text{L}^{-1}$. De acordo com as recomendações oficiais de adubação e de calagem adotadas nos estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 2004), o solo que apresenta teor de cálcio maior que 4 $\text{cmol}_c.\text{L}^{-1}$ possui alta concentração deste mineral. Já, os teores entre 2,1 a 4 $\text{cmol}_c.\text{L}^{-1}$ representam um teor médio deste mineral, sendo o caso do solo onde foi cultivado o Camarosa.

Comparando os teores de cálcio entre Camino Real e San Andreas, cultivados no mesmo solo, tem-se 74,37 $\text{mg}.\text{L}^{-1}$ e 123,35 $\text{mg}.\text{L}^{-1}$, respectivamente. A concentração de cálcio de 5,2 $\text{cmol}_c.\text{L}^{-1}$ no solo é considerada adequada segundo a Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004). Tal diferença entre os teores pode estar relacionada com as características genéticas de cada cultivar.

O pH considerado ideal para a cultura do morangueiro no solo é 6,0 (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 2004). Passos e Trani (2013) relatam que neste pH a maioria dos nutrientes encontra-se numa forma mais disponível para as plantas. Verificou-se que o pH do solo onde foi cultivado Camino Real e San Andreas é 5,2 e do solo onde foi cultivado o Camarosa é 5,1.

Dessa maneira, o pH do solo inferior ao adequado no cultivo do Camino Real pode ter impossibilitado a completa disponibilidade de nutrientes, reduzindo a quantidade de cálcio no pseudofruto. Complementando, Chitarra e Chitarra (2005)

asseveram que o cultivar, o grau de permeabilidade e a maturidade afetam a absorção do cálcio pelos tecidos hortícolas.

Pagot et al. (2005) afirmam que a matéria orgânica (MO) mostra-se muito importante no cultivo do morango, sendo adequado manter-se um nível superior a 3%, pois melhora as condições físicas e biológicas do solo, proporcionando melhor aproveitamento dos adubos químicos.

Neste contexto, no caso do Camarosa, segundo a análise do solo (ANEXO A), tem-se pH 5,1, MO 1,2% e cálcio $3,2 \text{ cmol}_c \cdot \text{L}^{-1}$, sendo que estão abaixo dos níveis adequados (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 2004). Mesmo assim, apresentou teor de cálcio de $109,26 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$, sendo superior ao San Andreas que obteve $74,37 \text{ mg} \cdot \text{L}^{-1}$. Talvez, o cultivar Camarosa possui características genéticas que favoreçam a absorção de cálcio, mesmo em condições de solo não adequadas.

Em relação aos teores de sódio em morangos, não há um consenso na literatura sobre o teor médio deste mineral. Conforme a Escola Paulista de Medicina (2016), o valor médio é de $1,0 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. O Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação (2011) menciona existir traços de sódio. Já, segundo Sanhueza et al. (2005), o teor médio é de $31,5 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$.

Pacheco et al. (2007, p. 47) relatam que o sódio possui poucos reflexos no potencial produtivo do morango, sendo considerado um elemento mineral benéfico. Os elementos benéficos são definidos como os “minerais que estimulam o crescimento, mas não são essenciais, ou aqueles que são essenciais apenas para certas plantas ou sob condições específicas”. Talvez, tal afirmação justifique a ausência do teor de sódio nas análises físico-químicas de solos.

Encontrou-se $3,87$, $4,46$ e $4,20 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de sódio para Camino Real, Camarosa e San Andreas, respectivamente. O cultivar Camarosa apresentou o maior valor, porém os cultivares não apresentaram diferença significativa nos teores de sódio. As diferentes características entre os cultivares pesquisados não influenciaram no teor de sódio, pois apresentaram teores aproximados.

Já, os teores de potássio obtidos nos cultivares Camino Real, Camarosa e San Andreas foram de 160,13, 165,57 e 148,63 mg.100 g⁻¹, respectivamente (TABELA 15), não diferindo significativamente. Camarosa apresentou o maior teor de potássio, sobressaindo 3 e 11% em relação ao Camino Real e San Andreas.

A quantidade de potássio encontrado no solo do cultivo do Camino Real e San Andreas é de 324 mg.L⁻¹, que de acordo com a Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004), acima de 120 mg.L⁻¹ considera-se um teor muito alto. O solo do cultivo do Camarosa apresenta 70 mg.L⁻¹, estando na faixa de 61-120 mg.L⁻¹, considerado alto e adequado (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 2004), sendo que o teor de cálcio no produto final é de 165,57 mg.L⁻¹, teor maior que os cultivares Camino Real e San Andreas, cujo teor de potássio encontrado no solo é mais alto que o Camarosa e maior que o recomendado para o plantio do morangueiro. Dessa maneira, pode-se justificar por meio da afirmação de Taiz e Zeiger (2004, p. 107) ao dizerem que “em algumas espécies, os minerais em excesso não são absorvidos; em outras, o são, mas são excretados da planta por glândulas de sal associadas às folhas”. Por isso, talvez, o teor de potássio no produto final não foi superior ao Camarosa.

Salienta-se que os teores de potássio encontrados nesta pesquisa estão próximos à média deste mineral em morangos, segundo a Escola Paulista de Medicina (2016), que menciona teor de 153 mg.100 g⁻¹.

A pesquisa realizada por França et al. (2008) na região de Valinhos, São Paulo, com o cultivar Sweet Charles, obteve os teores de 19,80, 21,95 e 18,63 mg.100 g⁻¹ para cálcio, sódio e potássio, respectivamente. Em relação a presente pesquisa, com os cultivares Camino Real, Camarosa e San Andreas, os resultados diferiram significativamente, tendo em vista que os teores de cálcio e potássio encontrados foram maiores e o teor de sódio foi menor que o da pesquisa de França et al. (2008). Tais discrepâncias podem estar relacionadas com os diferentes cultivares e diferenças no manejo dos tratamentos culturais, segundo França et al. (2008).

Hakala et al. (2003) analisaram vários minerais, dentre eles, cálcio e potássio nos cultivares Senga Sengana, Jonsok, Korona, Polka, Honeoye e Bounty cultivados

em solo convencional nos anos de 1997 e 1998 na Finlândia. Em 1997, a média de potássio encontrado nos cultivares pesquisados variou de 164-253 mg.100 g⁻¹ e, em 1998, de 155-229 mg.100 g⁻¹. A média de cálcio no ano de 1997 variou entre 16-29 mg.100 g⁻¹ e, em 1998, a média foi de 20 mg.100 g⁻¹.

A média do teor de potássio encontrado nos cultivares Camino Real, Camarosa e San Andreas é de 158,11 mg.100 g⁻¹, sendo que se aproxima do menor teor encontrado em 1998 na pesquisa de Hakala et al. (2003), que foi de 155 mg.100 g⁻¹. Em relação ao cálcio, o teor médio encontrado nos cultivares Camino Real, Camarosa e San Andreas é de 102,33 mg.100 g⁻¹, valor cinco vezes maior que o encontrado na pesquisa desenvolvida por Hakala et al. (2003) no ano de 1998, no qual a média foi de 20 mg.100 g⁻¹.

O estudo desenvolvido por Akhatou e Recamales (2014) em Huelva, Espanha, com os cultivares Camarosa, Candonga, Medina, Marina e Ventana, cultivados em solo convencional, analisou vários minerais, dentre eles, cálcio, sódio e potássio. Para os teores de cálcio, sódio e potássio, Camarosa apresentou 14,71 mg.100 g⁻¹, 0,81 mg.100 g⁻¹ e 94,48 mg.100 g⁻¹, respectivamente. Pode-se dizer que tais resultados foram inferiores a presente pesquisa, isto é, os valores foram 642%, 451% e 75% menores para cálcio, sódio e potássio, respectivamente.

Os teores de cálcio variaram de 13,10 a 34,43 mg.100 g⁻¹, sódio variou de 0,81 a 1,50 mg.100 g⁻¹ e potássio apresentou variação de 20,6 a 117,70 mg.100 g⁻¹ entre os cultivares pesquisados por Akhatou e Recamales (2014).

O cultivar Camarosa produzido em solo convencional em Huelva, Espanha, foi pesquisado por Recamales, Medina e Hernanz (2007) apresentando 25 mg.100 g⁻¹ de cálcio, 7 mg.100 g⁻¹ de sódio e 94 mg.100 g⁻¹ de potássio.

Observa-se nas pesquisas de Recamales, Medina e Hernanz (2007) e Akhatou e Recamales (2014) desenvolvidas com o cultivar Camarosa, cultivado em solo convencional, que este cultivar apresentou teores diferentes de cálcio, sódio e potássio em ambas as pesquisas, ainda que produzido na região de Huelva, Espanha. Conforme os pesquisadores Akhatou e Recamales (2014), Crespo et al. (2010) e Pineli et al. (2012), diversos são os fatores que influenciam na composição

nutricional do morango, existindo uma complexa interação entre temperatura, umidade, chuva, duração do dia, luz, sendo determinantes na qualidade do morango em uma determinada região.

4.2 Segunda etapa

Os resultados da segunda etapa referem-se à quantificação dos parâmetros físico-químicos analisados nos substratos e soluções nutritivas, as médias de umidade do ar e temperatura e dos parâmetros analisados pH, SST, ATT, razão entre SST e ATT, AA, antocianinas totais, compostos fenólicos totais, vitamina C, os minerais cálcio, sódio e potássio e cor nos cultivares Festival e San Andreas.

4.2.1 Umidade do ar e temperatura

A média de umidade do ar e temperatura dos 30 dias anteriores à coleta das amostras da segunda etapa do trabalho, realizada na propriedade no qual os cultivares Festival e San Andreas no sistema de cultivo orgânico foram coletados, foi de 52% e a temperatura média de 23°C. Já, na propriedade no qual houve a coleta dos cultivares Festival e San Andreas no sistema de cultivo convencional, a média da umidade foi de 64% e a temperatura média de 25,5°C.

Mesmo que as propriedades se localizam na mesma região geográfica, distando, em linha reta, 5 km, e ambas as estufas possuíam cobertura de polietileno e não apresentavam cortinas laterais, as diferenças de 12% na umidade e 2,5°C podem estar relacionadas com a orientação solar no qual as estufas foram construídas nas propriedades. No cultivo orgânico, as estufas foram construídas na direção leste-oeste e no cultivo convencional na direção norte-sul. Outro fator que pode ter influenciado diz respeito às diferenças no ambiente do entorno das estufas. No cultivo convencional, ao redor das estufas estudadas há outras estufas de cultivo

de morango e próximo há uma construção coberta que serve de depósito de produtos químicos e utensílios utilizados na lavoura. Já, no cultivo orgânico, de um lado existem outras estufas de produção de morangos e do outro há vegetação nativa e exótica.

4.2.2 Análise dos substratos

Os resultados das análises dos substratos estão demonstrados no Anexo B. Os substratos utilizados nos cultivos orgânico e convencional foram casca de arroz mais húmus de celulose para o cultivar Festival e turfa para o cultivar San Andreas.

4.2.3 Análise das soluções nutritivas

Os resultados das análises físico-químicas das soluções nutritivas de entrada nos cultivos orgânico e convencional com os cultivares Festival e San Andreas estão expressos no Anexo C.

4.2.4 Parâmetros analisados na segunda etapa

Os parâmetros analisados na segunda etapa nos cultivares Festival e San Andreas nos sistemas de cultivo orgânico e convencional, em substrato, foram: pH, SST, ATT, razão entre SST e ATT, AA, antocianinas totais, compostos fenólicos totais, vitamina C, os minerais cálcio, sódio e potássio e cor.

4.2.4.1 pH

No que diz respeito ao pH dos cultivares pesquisados (TABELA 16), os resultados não diferiram significativamente, obtendo-se pH de 3,63, 3,56, 3,46 e 3,35 para os cultivares Festival, orgânico e convencional, San Andreas, orgânico e convencional, respectivamente, estando de acordo com os valores definidos pela FDA (FDA/CFSAN, 2007).

Tabela 16 – Valores médios de pH encontrados nos cultivares Festival e San Andreas cultivados nos sistemas convencional e orgânico, em substrato, no município de Bom Princípio.

Ponto de coleta	pH			
	Festival		San Andreas	
	Orgânico	Convencional	Orgânico	Convencional
PA	3,57 ± 0,01 ^d	3,54 ± 0,01 ^c	3,47 ± 0,01 ^b	3,34 ± 0,01 ^b
PB	3,62 ± 0,01 ^c	3,51 ± 0,01 ^d	3,45 ± 0,01 ^{c d}	3,35 ± 0,00 ^b
PC	3,60 ± 0,01 ^c	3,70 ± 0,01 ^a	3,43 ± 0,01 ^d	3,35 ± 0,01 ^b
PD	3,71 ± 0,01 ^b	3,61 ± 0,01 ^b	3,45 ± 0,01 ^{bc}	3,34 ± 0,01 ^b
PE	3,66 ± 0,01 ^a	3,45 ± 0,01 ^e	3,51 ± 0,01 ^a	3,37 ± 0,00 ^a
Média	3,63^A	3,56^A	3,46^A	3,35^A

Valores expressos como médias ± desvio padrão

Médias seguidas de mesma letra não se diferem significativamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Sendo que as letras minúsculas se referem a comparação na coluna (entre pontos) e as letras maiúsculas na linha (entre cultivar)

PA = ponto A; PB = ponto B; PC = ponto C; PD = ponto D; PE = ponto E.

Em relação às diferenças significativas nos valores de pH entre os pontos, observa-se que a maioria dos pontos dos cultivares Festival orgânico e convencional e San Andreas orgânico diferiram significativamente. Já, no San Andreas convencional, somente o PE diferiu estatisticamente de PA, PB, PC E PD. Tais diferenças podem estar relacionadas com os teores de ATT presentes em cada ponto, pois os teores de ácidos orgânicos também apresentaram diferenças significativas entre eles (TABELA 18).

Na pesquisa desenvolvida por Carvalho (2013) com o cultivar San Andreas produzido em solo convencional e coletado final de setembro de 2012, o pH encontrado foi de 3,66, 6 e 9% dos valores superiores ao encontrado nesta

pesquisa, que foi de 3,46 e 3,35 para cultivo em substrato, orgânico e convencional, respectivamente.

Já, a pesquisa realizada por Antunes et al. (2010) com o cultivar Festival produzido em solo convencional no município de Pelotas, RS, obteve-se pH de 3,45. Tal resultado é 3% e 5% inferiores aos encontrados nesta pesquisa, ou seja, pH 3,56 e 3,63, para os sistemas de cultivo em substrato convencional e orgânico, respectivamente.

4.2.4.2 Sólidos Solúveis Totais

Em relação aos valores de SST (TABELA 17), o cultivar Festival convencional e o San Andreas orgânico não apresentaram diferença significativa, obtendo-se os valores de 6,55 e 6,41° Brix, respectivamente. San Andreas orgânico apresentou SST de 6,41° Brix não diferindo significativamente do San Andreas convencional, cujo valor foi de 6,15° Brix. Já, o cultivar Festival orgânico apresentou SST de 5° Brix, diferindo significativamente dos demais.

Tabela 17 - Valores de Sólidos Solúveis Totais (SST) em °Brix encontrados nos cultivares Festival e San Andreas cultivados no sistema convencional e orgânico, em substrato, no município de Bom Princípio.

Ponto de coleta	Sólidos Solúveis Totais (°Brix)			
	Festival		San Andreas	
	Orgânico	Convencional	Orgânico	Convencional
PA	5,53 ± 0,12 ^a	6,83 ± 0,12 ^a	6,57 ± 0,06 ^b	6,23 ± 0,12 ^a
PB	5,40 ± 0,10 ^{ab}	6,47 ± 0,12 ^{bc}	6,03 ± 0,06 ^c	6,13 ± 0,23 ^a
PC	5,13 ± 0,12 ^b	6,67 ± 0,12 ^{ab}	6,87 ± 0,12 ^a	6,00 ± 0,00 ^a
PD	4,53 ± 0,06 ^c	6,63 ± 0,15 ^{ab}	6,10 ± 0,10 ^c	6,27 ± 0,12 ^a
PE	4,40 ± 0,10 ^c	6,17 ± 0,06 ^c	6,47 ± 0,06 ^b	6,13 ± 0,15 ^a
Média	5,00^C	6,55^A	6,41^{AB}	6,15^B

Valores expressos como médias ± desvio padrão

Médias seguidas de mesma letra não se diferem significativamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Sendo que as letras minúsculas se referem a comparação na coluna (entre pontos) e as letras maiúsculas na linha (entre cultivar)

PA = ponto A; PB = ponto B; PC = ponto C; PD = ponto D; PE = ponto E

Pode-se dizer que todos os cultivares analisados estão abaixo do valor mínimo de 7,5° Brix estabelecido pela legislação brasileira (BRASIL, 2013b).

De acordo com Mitcham (1996), a temperatura influencia na qualidade dos frutos, sendo que baixas temperaturas estão associadas com menores teores de SST. Observa-se que a temperatura média dos 30 dias anteriores à coleta dos morangos nesta pesquisa foi de 25,5°C e de 23°C para os sistemas de cultivo convencional e orgânico, respectivamente. Presumivelmente, como a coleta foi realizada no mês de setembro, tais temperaturas podem ter influenciado nos teores mais baixos obtidos para SST.

A pesquisa de Antunes et al. (2014b) corrobora com a constatação de Mitcham (1996), ao avaliar os teores de SST em diferentes cultivares durante dois períodos no município de São José dos Pinhais, Paraná. A época 1 avaliada foi janeiro, fevereiro e março, sendo que a época 2 estudada foi agosto, setembro e outubro. Os pesquisadores observaram que os morangos colhidos na época 2 apresentaram menores teores de SST para todos os cultivares em relação à época 1. Os valores de SST obtidos foram de 5,89, 6,02, 5,89, 5,11, 4,65 e 5,26° Brix para os cultivares Camino Real, Palomar, Albion, Monterey, Portola e San Andreas, respectivamente. Percebe-se que todos os teores de SST encontrados foram inferiores ao valor mínimo de 7,5° Brix.

Assim, tanto o atual estudo quanto a pesquisa de Antunes et al. (2014b), encontraram teores inferiores de SST na mesma época de colheita, podendo-se supor que temperaturas mais amenas em relação a janeiro, fevereiro e março influenciam nos menores teores de SST.

Para tanto, se os morangos da presente pesquisa tivessem sido colhidos a partir de novembro de 2014, estes poderiam ter apresentados maiores teores de SST.

Para complementar, Schwarz et al. (2011) afirmam que tanto a adubação quanto a nutrição influenciam nas propriedades físico-químicas do morango. Dentre os nutrientes, o potássio é considerado como o elemento que mais favorece a qualidade do morango, pois aumenta os teores de SST. Assim, as diferenças nos

valores de SST encontrados nesta pesquisa, podem estar relacionadas com os teores de potássio encontrados nos cultivares e os seus respectivos sistemas de cultivo.

O cultivar Festival orgânico apresentou um teor médio de potássio de 55,61 mg.100 g⁻¹, obtendo-se o menor valor de SST, 5° Brix. Percebe-se, também, que os cultivares que apresentaram maiores teores de potássio demonstraram maiores valores de SST. Já, Festival convencional e San Andreas, orgânico e convencional, apresentaram teores de potássio de 93,95, 110,16 e 138,35 mg.100 g⁻¹, respectivamente. Já, os valores de SST destes foram de 6,55, 6,41 e 6,15° Brix, respectivamente.

De acordo com as características sensoriais presentes na ficha técnica do cultivar Festival, a média do teor de doçura deste cultivar é de 7,5° Brix (CHANDLER et al., 2000).

A pesquisa desenvolvida por Cecatto et al. (2013) no qual compara a produção de morangos de vários cultivares em solo e em substrato, convencional, em Passo Fundo, RS, obteve os teores de 7,35 e 6,96° Brix de SST para os cultivares Festival e San Andreas, respectivamente, para o sistema de cultivo em substrato, convencional. Estes teores são 11 e 12% maiores que os encontrados nesta pesquisa, ou seja, 6,55 e 6,15° Brix. Neste caso, tanto a presente pesquisa quanto a de Cecatto et al. (2013) apresentaram teores de SST inferiores à média de 7,5° Brix, conforme Chandler et al. (2000).

Menores teores de SST também foram encontrados no cultivo orgânico, em solo, para o cultivar Festival na pesquisa realizada por Macit et al. (2007) no ano de 2005. Obtiveram os teores de 5,47 e 8,80° Brix para os sistemas orgânico e convencional, respectivamente.

No que se refere às diferenças significativas nos valores de SST entre os pontos, observa-se que a maioria dos pontos dos cultivares Festival orgânico e convencional e San Andreas orgânico diferiram significativamente. Já, no San Andreas convencional, não houve diferença significativa entre eles. Provavelmente, diferenças nos teores de potássio em cada ponto podem ter influenciado tais

diferenças.

4.2.4.3 Acidez Total Titulável

Quanto à ATT (TABELA 18), todos os resultados diferiram significativamente, no qual o cultivar Festival orgânico apresentou o menor valor, 0,59 g de ácido cítrico.100 mL⁻¹ de polpa. O maior valor foi de 1,15 para o San Andreas convencional, seguido de 0,72 e 0,85 g de ácido cítrico.100 mL⁻¹ de polpa, para Festival convencional e San Andreas orgânico, respectivamente. Ratificando, quanto menor a acidez, mais agradável e saboroso o morango, sendo aceitável o máximo de 0,8% de ATT (KADER, 1999). Pode-se dizer, então, que Festival orgânico, Festival convencional e San Andreas orgânico apresentaram valores de acidez conforme o máximo aceitável.

Tabela 18 - Valores de Acidez Total Titulável (ATT) (g ácido cítrico.100 mL⁻¹ polpa) encontrados nos cultivares Festival e San Andreas cultivados no sistema convencional e orgânico, em substrato, no município de Bom Princípio.

Acidez Total Titulável (g ácido cítrico.100 mL ⁻¹ polpa)				
Ponto de coleta	Festival		San Andreas	
	Orgânico	Convencional	Orgânico	Convencional
PA	0,75 ± 0,01 ^a	0,71 ± 0,01 ^b	0,81 ± 0,01 ^c	1,13 ± 0,01 ^c
PB	0,58 ± 0,01 ^c	0,79 ± 0,01 ^a	0,84 ± 0,01 ^b	1,21 ± 0,01 ^a
PC	0,62 ± 0,01 ^b	0,64 ± 0,01 ^c	0,86 ± 0,00 ^a	1,17 ± 0,01 ^b
PD	0,49 ± 0,00 ^e	0,70 ± 0,01 ^b	0,86 ± 0,01 ^a	1,15 ± 0,01 ^b
PE	0,51 ± 0,00 ^d	0,80 ± 0,01 ^a	0,86 ± 0,00 ^a	1,08 ± 0,01 ^d
Média	0,59^D	0,72^C	0,85^B	1,15^A

Valores expressos como médias ± desvio padrão

Médias seguidas de mesma letra não se diferem significativamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Sendo que as letras minúsculas se referem a comparação na coluna (entre pontos) e as letras maiúsculas na linha (entre cultivar)

PA = ponto A; PB = ponto B; PC = ponto C; PD = ponto D; PE = ponto E

As pesquisas desenvolvidas pelos pesquisadores Marodin et al. (2010) e Schwarz et al. (2011) relatam um aumento nos teores de ATT em relação ao aumento dos teores de potássio. Marodin et al. (2010) constataram que maiores

teores de potássio promovem acúmulo de substâncias promotoras de acidez, podendo estar associados a um maior teor de ácidos orgânicos presentes nos frutos. Com base nos resultados apresentados na Tabela 18 e os teores de potássio já mencionados, percebe-se que os valores de ATT aumentam de acordo com o aumento da quantidade de potássio nos cultivares pesquisados, podendo-se presumir que o teor de potássio influencia na quantidade de acidez nos morangos.

4.2.4.4 Razão SST e ATT

Em relação à razão SST/ATT (TABELA 19), Festival orgânico e convencional não diferiram significativamente, apresentando os valores de 8,56 e 9,11, respectivamente. Já, o cultivar San Andreas, orgânico e convencional, diferiram significativamente, com os valores 7,58 e 5,37, respectivamente.

Tabela 19 - Valores da Razão de Sólidos Solúveis Totais (SST) em °Brix e de Acidez Total Titulável (ATT) expresso em g de ácido cítrico.100 mL⁻¹ de polpa encontrados nos cultivares Festival e San Andreas cultivados no sistema convencional e orgânico, em substrato, no município de Bom Princípio.

Ponto de coleta	Razão SST/ATT			
	Festival		San Andreas	
	Orgânico	Convencional	Orgânico	Convencional
PA	7,38 ± 0,16 ^c	9,68 ± 0,19 ^b	8,12 ± 0,03 ^a	5,52 ± 0,08 ^a
PB	9,25 ± 0,30 ^a	8,22 ± 0,09 ^c	7,17 ± 0,12 ^c	5,06 ± 0,17 ^c
PC	8,25 ± 0,27 ^b	10,40 ± 0,07 ^a	8,00 ± 0,11 ^a	5,14 ± 0,06 ^{bc}
PD	9,29 ± 0,04 ^a	9,52 ± 0,19 ^b	7,09 ± 0,16 ^c	5,43 ± 0,06 ^{ab}
PE	8,62 ± 0,26 ^b	7,75 ± 0,17 ^d	7,49 ± 0,09 ^b	5,68 ± 0,14 ^a
Média	8,56^A	9,11^A	7,58^B	5,37^C

Valores expressos como médias ± desvio padrão

Médias seguidas de mesma letra não se diferem significativamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Sendo que as letras minúsculas se referem a comparação na coluna (entre pontos) e as letras maiúsculas na linha (entre cultivar)

PA = ponto A; PB = ponto B; PC = ponto C; PD = ponto D; PE = ponto E

No que se refere à razão entre SST e ATT, Chitarra e Chitarra (2005) afirmam que esta relação é importante, pois representa uma noção do equilíbrio entre esses dois parâmetros.

Sendo assim, o cultivar Festival, orgânico e convencional, apresentou os maiores valores em relação a tal relação, apresentando um sabor mais agradável.

Quanto às diferenças significativas nos valores da razão entre SST e ATT entre os pontos, observa-se que a maioria dos pontos dos cultivares pesquisados diferiu significativamente. Como os teores de potássio influenciam nos valores tanto de SST quanto de ATT, é provável que diferenças nos teores de potássio em cada ponto podem ter influenciado estas diferenças.

Os valores da ATT encontrados na pesquisa desenvolvida por Cecatto et al. (2013), com os cultivares Festival e San Andreas produzidos no cultivo em substrato, convencional, foi de 0,73 e 0,76% de ácido cítrico, para Festival e San Andreas, respectivamente. Já, os valores referentes à razão SST/ATT para Festival e San Andreas obtidos foram de 10,07 e 9,16, respectivamente. Porém, os valores de SST encontrados tanto nesta pesquisa quanto de Cecatto et al. (2013) são próximos, isto é, 6,15° Brix e 6,96° Brix, respectivamente. Contudo, a diferença nos valores da razão SST/ATT está relacionada com os diferentes valores encontrados para ATT entre as pesquisas. Na presente pesquisa, o valor obtido foi de 1,15 e na pesquisa de Cecatto et al. (2013) foi de 0,76 g de ácido cítrico.100 mL⁻¹ de polpa, justificando a diferença nos valores da razão SST/ATT.

Quanto às correlações entre os parâmetros pH, STT, ATT e razão SST/ATT descritos na Tabela 20, tem-se correlação negativa para os cultivares Festival orgânico (-0,941), Festival convencional (-0,927) e San Andreas convencional (-0,527) entre pH e ATT. Festival orgânico (-0,854) apresentou correlação negativa e Festival convencional (0,601) positiva entre pH e SST. Tanto Festival orgânico (0,761) quanto Festival convencional (0,906) apresentaram correlação positiva em relação à razão SST/ATT e pH. Festival orgânico (0,839) e Festival convencional (0,668) apresentaram correlação positiva e negativa, respectivamente, entre SST e ATT. Todos os cultivares apresentaram correlação negativa entre Razão SST/ATT e ATT: Festival orgânico (-0,838), Festival convencional (-0,976), San Andreas

orgânico (-0,515) e San Andreas convencional (-0,858). Já, Festival convencional (0,810), San Andreas orgânico (0,892) e San Andreas convencional (0,553) apresentaram correlação positiva entre SST e Razão SST/ATT.

Provavelmente, a correlação negativa entre pH e ATT para os cultivares Festival orgânico e convencional e San Andreas convencional se deve ao fato da redução do pH não estar relacionada diretamente com o aumento dos teores de ácido cítrico, mas, de outros ácidos. E, lembrando que a ATT é constituída, principalmente, pelo ácido cítrico, isso pode justificar a correlação negativa.

Tabela 20 – Valores de correlação entre pH, SST (Sólidos Solúveis Totais) em °Brix, ATT (Acidez Total Titulável) expresso em g de ácido cítrico.100 mL⁻¹ de polpa e razão SST/AT nos cultivares Festival e San Andreas nos cultivos orgânico e convencional, em substrato.

Parâmetro	pH				ATT (g de ácido cítrico.100 mL ⁻¹ de polpa)				SST (°Brix)				Razão			
	FO	FC	SO	SC	FO	FC	SO	SC	FO	FC	SO	SC	FO	FC	SO	SC
pH	1	1	1	1	-0,941**	-0,927**	ns	-0,527*	-0,854**	0,601*	ns	ns	0,761**	0,906**	ns	ns
ATT	-0,941**	-0,927**	ns	-0,527*	1	1	1	1	0,839**	-0,668**	ns	ns	-0,838**	-0,976**	-0,515*	-0,858**
SST	-0,854**	0,601*	ns	ns	0,839**	-0,668**	ns	ns	1	1	1	1	ns	0,810**	0,892**	0,553*
Razão	0,761**	0,906**	ns	ns	-0,838**	-0,976**	-0,515*	-0,858**	ns	0,810**	0,892**	0,553*	1	1	1	1

ns: não significante; FO: Festival Orgânico; FC: Festival Convencional; SO: San Andreas Orgânico; SC: San Andreas Convencional

*: significativa no nível 0,01; **: significativa no nível 0,05

Observou-se na pesquisa de Matsuura et al. (2001) com acerola, que os genótipos que apresentaram uma maior relação SST/ATT evidenciaram menores teores de Vitamina C. Os autores afirmam que tais resultados podem justificar-se pela relação direta entre o teor de ácido ascórbico e ácidos totais em frutos de acerola. Os genótipos que apresentaram baixos teores de Vitamina C e ATT apresentaram maior relação SST/ATT. Os pesquisadores complementam que tal fato indica que, dificilmente, um mesmo genótipo somaria os parâmetros de elevada relação SST/ATT e alto teor de Vitamina C.

Este fato foi observado na presente pesquisa com os cultivares de morangos pesquisados. A Tabela 21 demonstra os valores de ATT, Relação SST/ATT e Vitamina C obtidos na pesquisa.

Tabela 21 – Valores de Acidez Total Titulável (ATT) expresso em g ácido cítrico.100 mL⁻¹ de polpa, Razão SST/ATT e Vitamina C (mg.100 g⁻¹) dos cultivares Festival e San Andreas cultivados no sistema convencional e orgânico, em substrato, no município de Bom Princípio.

Parâmetro	Festival		San Andreas	
	Orgânico	Convencional	Orgânico	Convencional
Acidez total titulável (g ácido cítrico.100 mL ⁻¹ de polpa)	0,59 ^d	0,72 ^c	0,85 ^b	1,15 ^a
Razão SST/ATT	8,56 ^a	9,11 ^a	7,58 ^b	5,37 ^c
Vitamina C (mg.100 g ⁻¹)	16,62 ^d	34,85 ^c	42,19 ^b	69,31 ^a

Médias seguidas de mesma letra não se diferem significativamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Observou-se em todos os cultivares e sistemas de cultivos pesquisados que, quanto maiores os valores de ATT, maiores foram os teores de Vitamina C encontrados. Já, em relação a razão SST/ATT, maiores valores desta razão, apresentaram menores teores de Vitamina C, corroborando com as afirmações de Matsuura et al. (2001).

4.2.4.5 Atividade Antioxidante

Em relação à análise da AA (TABELA 22), as maiores concentrações de AA foram obtidas no sistema de cultivo orgânico, tendo-se 5,26 e 4,75 (ng Fruta.g⁻¹ DDPH) para os cultivares Festival e San Andreas, respectivamente, sendo que não apresentaram diferença significativa entre eles. Contudo, o cultivar San Andreas apresentou maior quantidade de antioxidantes.

Observa-se que quanto menor o valor apresentado na Tabela 22, maior será a capacidade antioxidante da amostra, pois menor será a massa de fruta necessária para reduzir um grama do radical DPPH.

Tabela 22 – Concentrações de atividade antioxidante (ng Fruta.g⁻¹ DDPH) encontradas nos cultivares Festival e San Andreas cultivados nos sistemas convencional e orgânico, em substrato, no município de Bom Princípio.

Ponto de coleta	Antioxidante (ng Fruta.g ⁻¹ DDPH)			
	Festival		San Andreas	
	Orgânico	Convencional	Orgânico	Convencional
PA	5,08 ± 0,49 ^a	10,99 ± 0,93 ^{ab}	4,16 ± 0,15 ^a	7,80 ± 0,21 ^a
PB	5,11 ± 0,42 ^a	12,35 ± 0,14 ^{ab}	4,39 ± 0,48 ^a	7,14 ± 0,25 ^{ab}
PC	5,39 ± 0,19 ^a	13,63 ± 1,87 ^a	4,46 ± 0,69 ^a	6,19 ± 0,61 ^b
PD	5,42 ± 0,60 ^a	11,38 ± 0,74 ^{ab}	4,83 ± 0,85 ^a	6,39 ± 0,60 ^b
PE	5,30 ± 0,07 ^a	9,69 ± 1,19 ^b	5,90 ± 1,14 ^a	6,80 ± 0,63 ^{ab}
Média	5,26^c	11,60^A	4,75^c	6,86^B

Valores expressos como médias ± desvio padrão

Médias seguidas de mesma letra não se diferem significativamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Sendo que as letras minúsculas se referem a comparação na coluna (entre pontos) e as letras maiúsculas na linha (entre cultivar)

PA = ponto A; PB = ponto B; PC = ponto C; PD = ponto D; PE = ponto E

Os cultivares Festival e San Andreas do sistema convencional apresentaram as menores concentrações de AA, 11,60 e 6,86 (ng fruta.g⁻¹ DPPH), diferindo significativamente entre si e entre os cultivares do sistema orgânico.

Da mesma forma, salienta-se que o cultivar San Andreas orgânico sobressaiu em 10%, 31% e 141% em relação ao Festival orgânico, San Andreas convencional e Festival convencional, respectivamente.

Crespo et al. (2010) e Vizzotto (2015) evidenciam que fatores genéticos exercem forte influência nos conteúdos da AA. Assim, as diferenças da AA nos cultivares pesquisados podem estar relacionadas com as diferentes características genéticas entre os cultivares.

A pesquisa realizada por Cantillano et al. (2012) determinou a AA através do método DPPH com os cultivares Camarosa e Camino Real, tanto no sistema convencional quanto no orgânico em solo. A fertilização para o sistema convencional foi NPK (5-30-15) e para o sistema orgânico utilizou-se esterco de aves e de gado. O estudo mencionado pesquisou a influência da AA em relação ao período de armazenamento, porém, será levado em consideração, neste caso, os resultados obtidos no período zero de armazenamento. Os morangos cultivados no sistema orgânico apresentaram maiores concentrações de AA que foram de 4,67 e 5,07 TEAC (capacidade antioxidante trolox equivalente)-DPPH $\mu\text{M TE.g}^{-1}$ para os cultivares Camino Real e Camarosa, respectivamente, em relação ao sistema convencional em solo.

Wang et al. (2008) relata que variações na AA nos sistemas de produção convencional e orgânico estão relacionadas com diferenças nas práticas de cultivo. Neste sentido, Asami et al. (2003) e Almeida (2013) asseveram que o aumento nas concentrações de AA pode ser um mecanismo de defesa da planta, podendo ocorrer, muitas vezes, devido a situações de estresse, levando as plantas a produzirem mais compostos para serem utilizados como defesa. Sabe-se que no cultivo orgânico o uso de fungicidas, inseticidas e herbicidas não são permitidos para o controle de pragas. Dessa maneira, Winter e Davis (2006) reiteram que a não utilização de fertilizantes sintéticos e pesticidas no cultivo orgânico, faz com que as plantas possuam mais energia bioquímica para sintetizar metabólitos secundários, como os antioxidantes.

Assim sendo, este fator pode explicar as concentrações superiores de AA encontradas no cultivo em substrato orgânico. Neste caso, como em tal cultivo não

há o uso de defensivos agrícolas e no cultivo em substrato convencional utilizam-se o fungicida Amistar Top tendo como princípios ativos azoxistrobina e difenoconazol e o fungicida Score, cujo princípio ativo é difenoconazol, as plantas orgânicas, possivelmente, produziram uma quantidade maior de AA.

No que se refere às concentrações da AA nos pontos de coleta (PA, PB, PC, PD e PE) tanto no cultivar Festival quanto no cultivar San Andreas orgânicos, não houve diferença significativa entre os pontos.

No cultivar Festival convencional, PC e PE diferiram significativamente, sendo que não houve diferença significativa entre os pontos PA, PB e PD. Entretanto, no cultivar San Andreas convencional, PA diferiu significativamente de PC e PD, sendo que PB e PE não apresentaram diferença significativa. Tais resultados podem ser justificados pelo fato das pulverizações do fungicida utilizado não ter sido realizada de forma homogênea, uma vez que umas plantas podem ter recebido maior quantidade de fungicida que outras, ocasionando diferença nas concentrações de AA.

Outra explicação para a maior quantidade de AA nos cultivares do cultivo orgânico refere-se à quantidade de nitrogênio na fertilização. Os pesquisadores Olsson et al. (2006), Otto et al. (2009) e Winter e Davis (2006) afirmam que a quantidade deste nutriente possui uma significativa influência nos conteúdos dos metabólitos secundários, especialmente, nas concentrações da AA.

De acordo com a análise da solução nutritiva, os teores de nitrogênio foram maiores no sistema orgânico em relação ao sistema convencional (TABELA 23).

Tabela 23 - Quantidades de nitrogênio total (mg.L^{-1}) das soluções nutritivas utilizadas no cultivo convencional e orgânico, em substrato, dos cultivares Festival e San Andreas.

	Solução Nutritiva - Teor de Nitrogênio (mg.L^{-1})					
	Orgânico			Convencional		
	Entrada	Saída	Retido	Entrada	Saída	Retido
Festival	91,0	15,0	76,0	35,0	3,0	32,0
San Andreas	91,0	17,0	74,0	35,0	1,7	33,3

A quantidade de nitrogênio da solução nutritiva, na entrada, no cultivo orgânico foi de 91 mg.L⁻¹ para os cultivares Festival e San Andreas e do cultivo convencional foi de 35 mg.L⁻¹ para ambos os cultivares. Possivelmente, o maior teor de nitrogênio no cultivo orgânico possa estar associado com uma maior concentração na síntese do conteúdo da AA.

4.2.4.6 Antocianinas totais

No que se refere à quantidade de antocianinas totais (TABELA 24), o cultivar Festival orgânico apresentou a maior concentração, 64,53 mg.100 g⁻¹ de fruta fresca, diferindo significativamente do cultivar Festival convencional, com 46,91 mg.100 g⁻¹ de fruta fresca e do San Andreas no sistema convencional e orgânico, cujos resultados foram de 46,94 e 41,18 mg.100 g⁻¹ de fruta fresca, respectivamente. Pode-se dizer, também, que o cultivar Festival orgânico sobressaiu em 38% do Festival convencional, 37% do San Andreas orgânico e 57% do San Andreas convencional.

Tabela 24 – Teores de antocianinas totais (mg.100 g⁻¹ de fruta fresca) encontrados nos cultivares Festival e San Andreas cultivados nos sistemas convencional e orgânico, em substrato, no município de Bom Princípio.

Antocianinas (mg.100 g ⁻¹ de fruta fresca)				
Ponto de coleta	Festival		San Andreas	
	Orgânico	Convencional	Orgânico	Convencional
PA	64,18 ± 0,82 ^a	51,85 ± 0,49 ^a	52,50 ± 1,37 ^a	48,17 ± 0,76 ^a
PB	68,19 ± 2,12 ^a	48,59 ± 1,72 ^b	48,35 ± 0,72 ^{ab}	45,57 ± 1,40 ^a
PC	64,88 ± 2,31 ^a	44,43 ± 1,02 ^c	46,12 ± 1,91 ^{bc}	47,61 ± 2,20 ^a
PD	66,76 ± 0,95 ^a	48,33 ± 1,13 ^b	43,75 ± 1,07 ^c	46,23 ± 0,39 ^a
PE	58,63 ± 2,68 ^b	41,34 ± 0,03 ^d	44,01 ± 2,43 ^{bc}	48,30 ± 0,53 ^a
Média	64,53^A	46,91^B	46,94^B	41,18^B

Valores expressos como médias ± desvio padrão

Médias seguidas de mesma letra não se diferem significativamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Sendo que as letras minúsculas se referem a comparação na coluna (entre pontos) e as letras maiúsculas na linha (entre cultivar)

PA = ponto A; PB = ponto B; PC = ponto C; PD = ponto D; PE = ponto E

Na pesquisa desenvolvida por Olsson et al. (2006) com diferentes cultivares, observou-se que os teores de antocianinas totais apresentaram médias superiores em todos os cultivares produzidos pelo sistema em solo orgânico quando comparados aos convencionais. Contudo, nem todas as médias diferiram significativamente, no qual estariam relacionadas às distintas cultivares pesquisadas.

Na determinação de antocianinas totais com o cultivar Albion, nos sistemas em solo convencional, em solo orgânico e hidropônico, a pesquisa de Copetti (2010) obteve a maior média no cultivo hidropônico, cujo teor encontrado foi de 28,66 mg.100 g⁻¹, diferindo significativamente do cultivo orgânico com 20,12 mg.100 g⁻¹ e do cultivo convencional que apresentou 17,59 mg.100 g⁻¹. Fazendo uma comparação entre os cultivos orgânico e convencional, o orgânico apresentou uma maior média de antocianinas totais.

O estudo desenvolvido por Cordenunsi et al. (2002) avaliou a influência dos cultivares no teor de compostos bioativos. As concentrações de antocianinas totais encontradas variaram entre 13 e 55 mg.100 g⁻¹ de fruta fresca. Os cultivares Mazi, Oso Grande e Dover apresentaram duas vezes mais antocianinas em relação aos cultivares Pajaro, Toyonoka e Campineiro, todas com estágio de amadurecimento 100% avermelhado.

Salienta-se a pesquisa realizada por Silva et al. (2007), no qual avaliou o teor de antocianinas em cinco diferentes cultivares (Eris, Oso Grande, Carisma, Tudnew e Camarosa), sendo que a média variou entre 20 e 60 mg.100 g⁻¹. Os autores relatam que tais diferenças podem ser atribuídas, também, às diferenças genéticas entre os cultivares. Já, o estudo desenvolvido por Meyers et al. (2003), avaliou oito diferentes cultivares (Earliglow, Annapolis, Evangeline, Allstar, Sable, Sparkle, Jewel e Mesabi), apresentando concentração média de 41,4 mg.100 g⁻¹. Importante destacar que houve diferenças nos teores de antocianinas entre os cultivares, sendo que a diferença entre o cultivar que apresentou maior teor (Earliglow) e o menor teor (Allstar) foi de duas vezes, confirmando que a variedade do cultivar pode influenciar no teor de antocianinas.

Na tentativa de justificar o maior teor de antocianinas no cultivar Festival do sistema orgânico, nesta pesquisa, algumas suposições são feitas. Como foi utilizada a mesma solução nutritiva de entrada, tanto no cultivar Festival quanto no San Andreas do sistema orgânico, os teores de nitrogênio, potássio e fósforo, teoricamente, foram iguais para ambos os cultivares, não se podendo atribuir às diferenças das concentrações de antocianinas a estes nutrientes.

De acordo com Teresa e Ballesta (2008) e Pineli (2009), outro fator que influencia na síntese deste composto bioativo é a luz solar. Desse modo, Bortolozzo; Bernardi e Sanhueza (2006) destacam que para se obter maior vantagem da radiação solar, no cultivo em substrato, devem-se construir as estufas com o eixo maior na direção leste-oeste. Os autores justificam que esta orientação solar reduz o sombreamento das vigas da estrutura, tornando-as mais eficientes na transmissão da radiação solar.

Dessa maneira, observou-se que as estufas de ambos os cultivares, no sistema orgânico, foram construídas com a mesma orientação solar, neste caso, leste-oeste. Assim, as diferenças no teor de antocianinas não podem ser justificadas através de diferenças na orientação da posição solar.

Cabe lembrar que o estresse hídrico influencia na síntese de compostos bioativos (CONNOR et al. 2002). Neste sentido, analisaram-se as condições hídricas dos substratos no qual os pseudofrutos foram cultivados. Para tanto, a água total disponível, que é o somatório da água facilmente disponível, água tamponante, mais a água remanescente contida no substrato, para o Festival orgânico, San Andreas orgânico, Festival convencional e San Andreas convencional foram de 53,32%, 55,11%, 49,49% e 52,96%, respectivamente. Neste sentido, a água total disponível apresenta valores aproximados em todos os cultivares, ou seja, o fator referente ao estresse hídrico não justifica a maior concentração de antocianinas no cultivar Festival orgânico em relação aos demais.

Autores como Darolt (2003), Meyers et al. (2003) e Silva et al. (2007) afirmam que diferenças no teor de antocianinas podem estar relacionadas às características genéticas de cada cultivar. Assim sendo, as diferenças no teor de antocianinas entre

os cultivares Festival e San Andreas no sistema orgânico pode ser devido aos distintos fatores genéticos dos cultivares pesquisados.

Em relação às diferenças significativas nos teores de antocianinas entre os pontos, observa-se que o PE diferiu significativamente dos demais pontos no cultivar Festival orgânico. No San Andreas orgânico, PA apresentou diferença significativa de PC, PD e PE. PD diferiu significativamente de PA e PB.

No cultivar Festival convencional, PA diferiu significativamente dos demais pontos. PB e PD diferiram significativamente de PA, PC e PE, PC diferiu dos demais e PE apresentou diferença entre os outros pontos. Já, no cultivar San Andreas convencional, não houve diferença significativa entre os pontos.

Já, as estufas do sistema convencional foram construídas de acordo com a posição solar na direção norte-sul.

As diferenças significativas entre os pontos podem estar relacionadas com fatores não controlados pelo delineamento experimental, como pulverizações não uniformes e, também, as distintas características genéticas dos cultivares.

4.2.4.7 Compostos fenólicos totais

Em relação às concentrações de compostos fenólicos (TABELA 25), o cultivar San Andreas convencional apresentou o maior teor com 128,03 mg de ácido gálico.100 g⁻¹ de fruta fresca, não diferindo significativamente do cultivar San Andreas orgânico, cujo teor é de 127,30 mg de ácido gálico.100 g⁻¹ de fruta fresca. Já, o último cultivar mencionado, não diferiu significativamente do cultivar Festival orgânico e convencional, sendo que os teores encontrados foram de 127,18 e 126,93 30 mg de ácido gálico.100 g⁻¹ de fruta fresca, respectivamente.

Tabela 25 – Teores de compostos fenólicos (mg de ácido gálico.100 g⁻¹ de fruta fresca) encontrados nos cultivares Festival e San Andreas cultivados nos sistemas convencional e orgânico, em substrato, no município de Bom Princípio.

Compostos fenólicos (mg de ácido gálico.100 g⁻¹ de fruta fresca)				
Ponto de coleta	Festival		San Andreas	
	Orgânico	Convencional	Orgânico	Convencional
PA	127,92 ± 0,94 ^a	127,52 ± 0,23 ^a	127,07 ± 1,00 ^a	128,36 ± 0,40 ^c
PB	127,26 ± 0,90 ^a	126,25 ± 0,50 ^b	127,56 ± 0,48 ^a	126,19 ± 0,18 ^a
PC	127,01 ± 0,17 ^a	126,74 ± 0,55 ^{ab}	127,22 ± 0,11 ^a	129,39 ± 0,45 ^d
PD	127,17 ± 0,92 ^a	127,62 ± 0,21 ^a	127,64 ± 0,11 ^a	128,76 ± 0,12 ^{c d}
PE	126,53 ± 0,20 ^a	126,53 ± 0,13 ^b	127,01 ± 0,40 ^a	127,45 ± 0,27 ^b
Média	127,18^B	126,93^B	127,30^{AB}	128,03^A

Valores expressos como médias ± desvio padrão

Médias seguidas de mesma letra não se diferem significativamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Sendo que as letras minúsculas se referem a comparação na coluna (entre pontos) e as letras maiúsculas na linha (entre cultivar).

PA = ponto A; PB = ponto B; PC = ponto C; PD = ponto D; PE = ponto E

Quanto às diferenças significativas nos teores de compostos fenólicos entre os pontos, observa-se que tanto os pontos do cultivar Festival orgânico quanto do San Andreas orgânico não diferiram significativamente. No cultivar Festival convencional, PA, PC e PD diferiram significativamente de PB e PE. No cultivar San Andreas convencional, PA diferiu significativamente de PB, PC e PE. Os pontos PA e PD não apresentaram diferença significativa bem como PC e PD.

Tais diferenças nos cultivares Festival e San Andreas do sistema convencional podem ser devido ao fato das pulverizações dos fungicidas utilizados não terem sido realizadas de forma homogênea, uma vez que umas plantas podem ter recebido maior quantidade de fungicida que outras, ocasionando diferença nas concentrações de compostos fenólicos.

Häkkinen e Törrönen (2000) desenvolveram uma pesquisa na Finlândia oriental com os cultivares Polka e Honeoye cultivados nos sistemas convencional e orgânico, em solo. Os autores esperavam que a síntese de compostos fenólicos totais fosse maior no cultivo orgânico, uma vez que não são utilizados pesticidas, herbicidas e inseticidas neste sistema de cultivo. Inesperadamente, o cultivo orgânico não apresentou uma maior concentração de compostos fenólicos totais. Não houve diferença significativa nos teores encontrados em ambos os cultivares. O

cultivar Polka, convencional e orgânico, apresentou iguais teores, 54,2 mg.100 g⁻¹ de fruta fresca. O cultivar Honeoye cultivado nos sistemas convencional e orgânico também não apresentou diferença significativas em tais teores, neste caso, 52,2 e 53,4 mg.100 g⁻¹ de fruta fresca, respectivamente.

4.2.4.8 Vitamina C

O morango apresenta importante teor de Vitamina C. Contudo, segundo Lee e Kader (2000) e Silva e Cozzolino (2007), esta quantidade pode variar conforme a variedade, o sistema de cultivo, maturação do fruto, condições climáticas pré-colheita e manejo pós-colheita.

Neste sentido, Amaro (2005) e Rocha et al. (2008) destacam, também, que o cultivar pode interferir no teor de vitamina C. Para complementar, Olsson (2004) reitera que entre os cultivares, pode haver variação na concentração de ácido ascórbico de duas a três vezes. Assim, é possível observar que nos resultados encontrados houve uma diferença significativa no teor da vitamina nos dois cultivares pesquisados e entre os distintos sistemas de cultivo (TABELA 26).

Tabela 26 – Teores de vitamina C ($\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$) encontrados nos cultivares Festival e San Andreas cultivados nos sistemas convencional e orgânico, em substrato, no município de Bom Princípio.

Ponto de coleta	Vitamina C ($\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$)			
	Festival		San Andreas	
	Orgânico	Convencional	Orgânico	Convencional
PA	$22,80 \pm 0,07^c$	$34,79 \pm 1,44^{cb}$	$40,44 \pm 0,45^a$	$68,59 \pm 0,54^a$
PB	$16,80 \pm 0,15^b$	$39,13 \pm 0,92^d$	$42,50 \pm 0,20^b$	$72,49 \pm 0,35^b$
PC	$17,58 \pm 1,73^b$	$31,92 \pm 0,88^a$	$45,36 \pm 0,77^c$	$68,21 \pm 1,59^a$
PD	$12,59 \pm 0,56^a$	$32,55 \pm 0,55^{ab}$	$42,92 \pm 0,42^b$	$66,50 \pm 0,40^a$
PE	$13,35 \pm 0,62^a$	$35,86 \pm 0,44^c$	$39,74 \pm 0,84^a$	$70,78 \pm 0,39^b$
Média	16,62^A	34,85^B	42,19^C	69,31^D

±Desvio padrão

Médias seguidas de mesma letra não se diferem significativamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

PA = ponto A; PB = ponto B; PC = ponto C; PD = ponto D; PE = ponto E

Os cultivares Festival e San Andreas apresentaram diferença significativa entre convencional e orgânico ($p\text{valor} < 0,001$) a um nível de significância de 5% (MUSA et al., 2015c)

A média dos resultados do teor de vitamina C no sistema convencional e orgânico, em substrato, são 34,85 e de 16,62 $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$, respectivamente, para o cultivar Festival. Para o cultivar San Andreas é 69,31 e 42,19 $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$, respectivamente (MUSA et al., 2015c). A literatura apresenta dados relativos à vitamina C com um valor médio de 60 $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ de fruta (PENTEADO; RIOS, 2003).

No sistema convencional, as diferenças percentuais para o teor de vitamina C foram de 109,7% e 64,3% superiores ao sistema orgânico nos cultivares Festival e San Andreas, respectivamente (MUSA et al., 2015c).

Lee e Kader (2000) ressaltam que perdas de vitamina C podem ocorrer devido a sua sensibilidade quanto a condições de baixa umidade.

Diante disso, a média de umidade do ar e da temperatura dos 30 dias anteriores à coleta das amostras na propriedade no qual os cultivares Festival e San Andreas no sistema de cultivo orgânico foram coletados, foi de 52% e a temperatura

média de 23°C. Já, na propriedade no qual houve a coleta dos cultivares Festival e San Andreas no sistema de cultivo convencional, a média da umidade foi de 64% e a temperatura média de 25,5°C (MUSA et al., 2015c).

Talvez, um dos fatores que possa ter contribuído para que os teores de vitamina C dos cultivares do sistema orgânico em substrato sejam inferiores aos cultivares do sistema convencional em substrato (TABELA 26) esteja relacionado com a diferença de 12% na umidade no mesmo período, ou seja, umidade média de 52% para o sistema orgânico e 64% para o sistema convencional (MUSA et al., 2015c).

A pesquisa realizada por Cardoso et al. (2011) avaliou o teor de vitamina C em morangos do cultivar Oso Grande, oriundo de Atibaia, São Paulo, cultivados em sistema convencional e orgânico, em solo. O teor médio encontrado foi significativamente maior no sistema convencional em comparação ao cultivo orgânico ($p < 0,05$), isto é, 42,45 mg e 30,74 mg.100 g⁻¹ fruta, respectivamente. Segundo os autores, uma possível explicação para o resultado refere-se ao tipo de fertilização adotado na agricultura convencional, que consistiu numa quantidade menor de fertilizantes nitrogenados.

Conforme Mozafar (1993) e Lee e Kader (2000), a aplicação de níveis mais baixos de fertilizantes nitrogenados tem sido associada com um maior teor de vitamina C em frutas e legumes. Altas doses de fertilizantes nitrogenados fazem com que as folhas das plantas aumentem, cobrindo os frutos, diminuindo a passagem de luz e, conseqüentemente, reduzindo o acúmulo de vitamina C nas partes sombreadas.

Segundo a análise da solução nutritiva, os teores de nitrogênio foram menores no sistema convencional em relação à solução nutritiva do cultivo orgânico, de acordo com a Tabela 23 (MUSA et al., 2015c).

Assim sendo, tais resultados corroboram com o exposto por Cardoso et al. (2011), Lee e Kader (2000) e Mozafar (1993). Isto é, os teores de vitamina C foram maiores nos morangos em que foi aplicado um teor menor de nitrogênio, neste caso, no cultivo convencional. A quantidade de nitrogênio da solução nutritiva na entrada

foi de 35 mg.L^{-1} para ambos os cultivares. Já, a solução nutritiva de entrada dos cultivares Festival e San Andreas, cultivados no sistema orgânico, apresentaram teores maiores de nitrogênio, de 91 mg.L^{-1} , resultando em teores inferiores de vitamina C (MUSA et al., 2015c).

A Tabela 26 apresenta os teores de vitamina C encontrados nos cinco pontos coletados (A, B, C, D e E) dos cultivares Festival e San Andreas nos sistemas de cultivo orgânico e convencional, em substrato. O teste utilizado para verificar se existe diferença significativa nas amostras em cada uma das combinações foi a ANOVA. Este teste mostrou que existe diferença significativa entre as amostras para as combinações orgânico Festival ($p\text{valor}<0,001$), orgânico San Andreas ($p\text{valor}<0,001$), convencional Festival ($p\text{valor}<0,001$) e convencional San Andreas ($p\text{valor}<0,001$) (MUSA et al., 2015c).

Musa et al. (2015c) afirmam que de acordo com a análise estatística, é possível inferir que a localização dos pontos coletados influenciou nos teores de vitamina C encontrados (TABELA 26).

Uma possível explicação para as diferenças significativas nos teores de vitamina C entre os pontos pode ser justificado através de um importante parâmetro que se deve levar em consideração no cultivo do morangueiro, que é a concentração salina. Conforme Godoi (2008), tal parâmetro está relacionado com a quantidade de sais dissolvidos na água, sendo que a CE mensura esta concentração. Isto é, quanto maior a concentração de sais dissolvidos, maior a medida da CE.

Neste sentido, torna-se necessário avaliar a CE dos substratos utilizados nos cultivos. Os valores da CE para os substratos pesquisados estão demonstrados na Tabela 27.

Tabela 27 - Valores de condutividade elétrica (mS.cm^{-1}) obtidos nas análises dos substratos constituídos de casca de arroz + húmus de celulose e turfa nos cultivares Festival e San Andreas, respectivamente.

Condutividade elétrica (mS.cm^{-1})			
Casca de arroz carbonizada + húmus (Festival)		Turfa (San Andreas)	
Convencional	Orgânico	Convencional	Orgânico
0,23	0,10	0,29	0,19

Dessa maneira, observa-se que tanto o substrato do Festival quanto o San Andreas do sistema convencional apresentaram uma CE superior aos substratos dos cultivares do sistema orgânico (MUSA et al., 2015c).

Pode-se considerar que quanto maior a CE, maior os íons dissolvidos na solução, favorecendo que mais nutrientes sejam conduzidos de forma mais homogênea do ponto A até o ponto E.

Para tanto, de acordo com a Tabela 26, o ponto B do cultivar Festival do sistema convencional diferiu significativamente dos pontos C e D, A e D, A e E, apresentando teor de vitamina C de $39,13 \text{ mg.100 g}^{-1}$. Porém, os pontos A e E indicaram teores de $34,79$ e $35,86 \text{ mg.100 g}^{-1}$, respectivamente. No cultivar San Andreas do sistema convencional, os pontos A, C e D diferiram significativamente dos pontos B e E. Porém, estes dois últimos pontos apresentaram maiores teores de vitamina C ($72,49$ e $70,78 \text{ mg.100 g}^{-1}$, respectivamente). Portanto, as medidas superiores de CE relatadas, propiciaram uma condução uniforme dos nutrientes, de modo que os pontos E dos dois cultivares mencionados, apresentaram maiores teores de vitamina C.

Entretanto, os cultivares Festival e San Andreas cultivados no sistema orgânico, indicaram valores de CE inferiores ao sistema convencional: $0,10$ e $0,19$ milisiemens por centímetro (mS.cm^{-1}), respectivamente. Conforme os valores de vitamina C obtidos nos pontos, o ponto A do cultivar Festival diferiu significativamente, de forma isolada, dos pontos B e C, D e E, com teor de vitamina C de $22,80 \text{ mg.100 g}^{-1}$, sendo que quanto mais distante de A, menores os teores de vitamina C (TABELA 26). Já, o ponto C do cultivar San Andreas diferiu isoladamente dos pontos A e E, B e D, apresentando o maior teor de vitamina C de $46,36 \text{ mg.100}$

g⁻¹. Neste cultivar, os pontos centrais apresentaram teores superiores aos pontos periféricos, podendo-se inferir que a CE teve uma melhor condução de nutrientes até o centro (MUSA et al., 2015c).

A pesquisa desenvolvida por Portela, Peil e Rombaldi (2012) avaliaram o efeito da concentração da solução nutritiva sobre as características dos compostos fitoquímicos encontrados em morangos. Neste caso, os pesquisadores encontraram teores de vitamina C superiores quando houve elevação da concentração salina da solução nutritiva.

Tal fato também ocorreu na presente pesquisa, pois os cultivares Festival e San Andreas cultivados no sistema convencional, em substrato, apresentaram maiores teores de vitamina C (TABELA 26) em relação aos mesmos cultivares no sistema orgânico, sendo que as medidas de CE de saída das soluções nutritivas dos cultivares Festival e San Andreas no sistema convencional foram de 1,05 mS.cm⁻¹ e 1,8 mS.cm⁻¹, respectivamente, e do sistema orgânico foram de 0,78 mS.cm⁻¹ para o cultivar Festival e 0,9 mS.cm⁻¹ para o cultivar San Andreas. Revelando, dessa forma, que há influência da variação da CE no conteúdo de vitamina C (MUSA et al., 2015c).

Em relação a correlação entre potencial antioxidante, pH, SST, ATT e razão SST/ATT, encontrou-se somente correlação positiva entre pH e potencial antioxidante no Festival convencional (0,662) e no San Andreas orgânico (0,582), segundo a Tabela 28.

Tabela 28 - Valores de correlação entre pH e potencial antioxidante nos cultivares Festival convencional e San Andreas orgânico, em substrato.

	Potencial antioxidante	
	Festival Convencional	San Andreas Orgânico
pH	0,662**	0,586*

*. A correlação é significativa no nível 0,05 (2 extremidades).

** . A correlação é significativa no nível 0,01 (2 extremidades).

Realizou-se a correlação entre os parâmetros antocianinas, compostos fenólicos, vitamina C e antioxidante (TABELA 29), sendo que apenas San Andreas orgânico (-0,521) apresentou correlação negativa entre antocianinas e antioxidantes. Quanto a correlação entre compostos fenólicos e vitamina C, esta foi negativa para

San Andreas convencional (-0,887).

Já, Wang, Zheng e Galletta (2002) relatam que existe correlação positiva entre AA e os teores de compostos fenólicos totais e antocianinas totais. Na pesquisa de Ferreyra et al. (2007) com o cultivar Selva, a capacidade antioxidante apresentou uma correlação positiva com o teor de compostos fenólicos (0,942) e a concentração de AA (0,950), mas não com o teor de antocianinas.

Por outro lado, as pesquisas realizadas por Pineli (2009) com o cultivar Camino Real e Cordenunsi et al. (2002) com os cultivares Mazi, Oso Grande, Dover, Pajaro, Toyonoka e Campineiro, como na presente pesquisa, também não encontraram correlação entre compostos fenólicos e antocianinas.

Dos cultivares estudados por Cordenunsi et al. (2002), o cultivar Campineiro apresentou maiores teores de AA, porém, menores concentrações de antocianinas. Em contrapartida, os cultivares Dover e Mazi obtiveram altos teores de antocianinas e baixas concentrações de AA, ao passo que os cultivares Oso Grande, Pajaro e Toyonoka apresentaram teores intermediários destes compostos bioativos. Tais pesquisadores mencionam que é possível que os teores de antocianinas e AA possuem ações complementares ou de sobreposição, provavelmente como agentes antioxidantes. Tal suposição explicaria porque em determinadas frutas um destes compostos têm maiores concentrações e em outros apresentam teores menores.

Tabela 29 – Valores de correlação entre Antocianinas, Compostos fenólicos, Vitamina C e Antioxidante nos cultivares Festival e San Andreas nos cultivos orgânico e convencional, em substrato.

Parâmetro	Antocianinas				Compostos fenólicos				Vitamina C				Antioxidante			
	FO	FC	SO	SC	FO	FC	SO	SC	FO	FC	SO	SC	FO	FC	SO	SC
Antocianinas	1	1	1	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ns	-0,521*	ns
Compostos fenólicos	ns	ns	ns	ns	1	1	1	1	ns	ns	ns	-0,887**	ns	ns	ns	ns
Vitamina C	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	-0,887**	1	1	1	1	ns	ns	ns	ns
Antioxidante	ns	ns	-0,521*	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	1	1	1	1

ns: não significante; FO: Festival Orgânico; FC: Festival Convencional; SO: San Andreas Orgânico; SC: San Andreas Convencional

*: significativa no nível 0,01; **: significativa no nível 0,05

4.2.4.9 Minerais: cálcio, sódio e potássio

Quanto aos teores de cálcio (TABELA 30), Festival orgânico e San Andreas convencional não apresentaram diferença significativa, obtendo-se os teores de 41,33 e 40,91 mg.100 g⁻¹, respectivamente. San Andreas orgânico apresentou teor de 39 mg.100 g⁻¹ não diferindo significativamente do San Andreas convencional, cujo teor foi de 40,91 mg.100 g⁻¹. Festival convencional apresentou teor de 35,72 mg.100 g⁻¹, diferindo significativamente dos demais cultivares. Festival orgânico apresentou o maior teor de cálcio, sobressaindo 15%, 6% e 1% em relação ao Festival convencional, San Andreas orgânico e convencional, respectivamente.

Tabela 30 - Teores de minerais (cálcio, sódio e potássio) encontrados nos cultivares Festival e San Andreas cultivados no sistema convencional e orgânico, em substrato, no município de Bom Princípio.

	Minerais (mg.100 g ⁻¹)			
	Festival		San Andreas	
	Orgânico	Convencional	Orgânico	Convencional
Cálcio	41,33 ± 1,41 ^a	35,72 ± 0,17 ^c	39,00 ± 0,82 ^b	40,91 ± 0,11 ^{ab}
Sódio	5,53 ± 0,30 ^c	8,01 ± 0,27 ^a	6,94 ± 0,32 ^b	6,58 ± 0,13 ^b
Potássio	55,61 ± 0,42 ^d	93,95 ± 2,50 ^c	110,16 ± 4,32 ^b	138,35 ± 1,72 ^a

Valores expressos como médias ± desvio padrão

Médias seguidas de mesma letra não se diferem significativamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

A Tabela 31 demonstra a quantidade de cálcio na solução nutritiva de entrada dos cultivares Festival e San Andreas no sistema orgânico e do sistema convencional sendo de 41 mg.L⁻¹ e 180 mg.L⁻¹, respectivamente. Observa-se que o valor de cálcio da solução nutritiva de saída do Festival orgânico é de 111 mg.L⁻¹ e do Festival convencional é de 102 mg.L⁻¹. Já, a concentração de cálcio da solução nutritiva de saída do San Andreas orgânico é de 154 mg.L⁻¹ e do San Andreas convencional é de 191 mg.L⁻¹.

Tabela 31 – Quantidades de sódio, potássio, cálcio e medida de condutividade elétrica (dS.m^{-1}) e do pH das soluções nutritivas utilizadas no cultivo convencional e orgânico, em substrato, dos cultivares Festival e San Andreas.

	Festival				San Andreas			
	Orgânico		Convencional		Orgânico		Convencional	
	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída	Entrada	Saída
Na (mg.L^{-1})	16	43	22	27	16	14	22	22
K (mg.L^{-1})	77	4	136	17	77	5,6	136	80
Ca (mg.L^{-1})	41	111	180	102	41	154	180	191
CE (dS.m^{-1})	0,85	0,78	2,14	1,05	0,85	0,90	2,14	1,8
pH	7,1	7,0	6,5	6,7	7,1	6,5	6,5	6,1

Um aspecto que deve ser mencionado é que o substrato utilizado no cultivo do sistema convencional é a turfa e no sistema orgânico é uma mistura de casca de arroz carbonizada e húmus de celulose, ambos de origem orgânica. Zorzeto (2011) destaca que os substratos orgânicos são originados de resíduos vegetais, sujeitos à decomposição, sendo, mais ou menos ativos quimicamente, por causa dos sítios de troca iônica, ou seja, podem adsorver nutrientes ou liberá-los ao meio.

Dessa maneira, percebe-se que algumas concentrações de cálcio aumentaram na solução nutritiva de saída, podendo-se presumir que ocorreu adsorção de cálcio do meio e/ou também que não houve uma adequada absorção de cálcio para a planta.

Conforme Giménez, Andriolo e Godoi (2008) e Miranda et al. (2014), recomenda-se manter o pH e a CE da solução nutritiva entre 5,5 e 6,5 e entre 1,4 e 1,8 Decisiemens por metro (dS.m^{-1}), respectivamente. Dessa forma, segundo a Tabela 31, observa-se que o pH e a CE de entrada da solução nutritiva dos cultivares Festival e San Andreas orgânico foi de 7,1 e 0,85 dS.m^{-1} , respectivamente, cuja medida de pH foi maior e a CE foi menor que o recomendado. Já, o pH e a CE de entrada do Festival e San Andreas convencional foi de 6,5 e 2,14 dS.m^{-1} , respectivamente, sendo que o pH está no valor limite e a CE está acima do recomendado.

Assim sendo, mesmo que a solução nutritiva de entrada dos cultivares Festival e San Andreas convencional apresentaram uma quantidade de cálcio maior (180 mg.L^{-1}) em relação à quantidade nos cultivares Festival e San Andreas orgânico (41 mg.L^{-1}), não apresentou teores maiores de cálcio no pseudofruto. Talvez, a CE

de $2,14 \text{ dS.m}^{-1}$, acima do recomendado, possa ter sido desfavorável para uma melhor absorção de cálcio pela planta nos cultivares convencionais. Por outro lado, talvez, os teores de cálcio na solução nutritiva de entrada dos cultivares Festival e San Andreas orgânico (41 mg.L^{-1}) não tenham sido melhor absorvidos devido ao pH maior (7,1) e a CE ($0,85 \text{ dS.m}^{-1}$) menor do que o recomendado para uma melhor absorção de nutrientes. Outro fator relevante pode estar relacionado com as características dos genótipos, que podem ter influenciado em tais absorções de cálcio.

Diante disso, fatores como interação com os substratos, medida de pH e de CE em desacordo com o recomendado para a solução nutritiva e, também, fatores genéticos, podem ter influenciado nos resultados dos teores de cálcio.

No que se refere aos teores de sódio (TABELA 30), Festival convencional apresentou o maior teor, isto é, $8,01 \text{ mg.100 g}^{-1}$, diferindo significativamente dos cultivares Festival orgânico, cujo teor foi de $5,53 \text{ mg.100 g}^{-1}$, San Andreas orgânico e convencional, com os teores de $6,94$ e $6,58 \text{ mg.100 g}^{-1}$, respectivamente. Observa-se que estes últimos não diferiram significativamente entre si. Festival convencional sobressaiu 45%, 22% e 16% em relação ao Festival orgânico, San Andreas convencional e orgânico, respectivamente.

Segundo a Tabela 31, a quantidade de sódio na solução nutritiva de entrada dos cultivares Festival e San Andreas nos sistemas orgânico e convencional é de 16 mg.L^{-1} e 22 mg.L^{-1} , respectivamente. Observa-se que o valor de sódio da solução nutritiva de saída do Festival orgânico é de 43 mg.L^{-1} e do Festival convencional é de 27 mg.L^{-1} . A concentração de sódio da solução nutritiva de saída do San Andreas orgânico é de 14 mg.L^{-1} e do San Andreas convencional é de 22 mg.L^{-1} .

Como já referenciado, Zorzeto (2011) destaca que substratos orgânicos podem adsorver nutrientes ou liberá-los ao meio. Assim sendo, percebe-se que algumas concentrações de sódio aumentaram na solução nutritiva de saída, podendo-se presumir que ocorreu adsorção de sódio do meio e/ou também que não houve uma adequada absorção de sódio pela planta.

Levando-se em consideração as concentrações de sódio na entrada do sistema de cultivo Festival orgânico e convencional, San Andreas orgânico e convencional (TABELA 31) de 16, 22, 16 e 22 mg.L⁻¹, respectivamente, e comparando com os teores finais nos pseudofrutos (TABELA 30), cujo valores são 5,53, 8,01, 6,94 e 6,58 mg.100 g⁻¹, respectivamente, observa-se que o menor teor encontrado, ou seja, no Festival orgânico, possuía na solução de entrada 16 mg.L⁻¹, valor inferior aos 22 mg.L⁻¹ encontrado na solução de entrada do Festival convencional que apresentou maior teor de sódio no produto final.

Complementando, outra possível explicação das diferenças nos teores de sódio pode ser justificada através das concentrações salinas encontradas nas soluções nutritivas, isto é, quanto maior a concentração de sais dissolvidos, maior a medida da CE. Para tanto, ao avaliar a CE das soluções nutritivas de entrada, utilizadas nos cultivos pesquisados (TABELA 31), observa-se que a CE das soluções nutritivas do Festival e San Andreas convencional foi superior a CE das soluções nutritivas dos cultivares do sistema orgânico.

Pode-se considerar que quanto maior a CE, maior os íons dissolvidos na solução, favorecendo que mais nutrientes sejam conduzidos às plantas. Para tanto, o menor teor de sódio encontrado no cultivar Festival orgânico também apresentou uma CE mais baixa. Por outro lado, o cultivar que apresentou maior teor de sódio, o cultivar Festival convencional, expressou uma CE maior. Percebe-se que a CE pode ter influenciado nos teores de sódio.

Em relação aos teores de potássio (TABELA 30), todos os cultivares diferiram significativamente. Os valores obtidos foram de 138,35, 110,16, 93,95 e 55,61 mg.100 g⁻¹, respectivamente, para San Andreas convencional e orgânico, Festival convencional e orgânico. San Andreas convencional apresentou o maior teor de potássio, sobressaindo 26%, 47% e 149% em relação ao San Andreas orgânico, Festival convencional e Festival orgânico, respectivamente.

Chitarra e Chitarra (2005) afirmam que o potássio é o único cátion monovalente fundamental para todas as plantas superiores. Tal afirmativa pode ser evidenciada ao comparar as quantidades de potássio presentes na entrada da solução nutritiva e de saída, conforme demonstrado na Tabela 31. Diferentemente,

do cálcio e do sódio, as quantidades de potássio que, provavelmente, foram absorvidas pela planta e/ou substrato foram superiores aos demais nutrientes.

Observa-se que San Andreas tanto orgânico quanto convencional apresentou maiores teores de potássio, sendo que este resultado pode estar relacionado com as características genéticas do cultivar, pois, Sanchez-Castillo et al. (1998) mencionam que fatores genéticos podem influenciar nos teores de minerais nas plantas.

Cabe citar a pesquisa desenvolvida por Akhatou e Recamales (2014) em Huelva, Espanha, com os cultivares Camarosa, Candonga, Chiflón, Tamar, Diamante e BG 269 em substrato convencional, analisou vários minerais, dentre eles, cálcio, sódio e potássio, utilizando como substrato fibra de coco. Os teores de cálcio variaram de 12,22 a 14,60 mg.100 g⁻¹, sódio variou de 0,68 a 2,01 mg.100 g⁻¹ e potássio apresentou variação de 78,92 a 105,53 mg.100 g⁻¹. Observa-se que estes resultados foram inferiores a presente pesquisa no que se refere aos teores de cálcio e sódio. O cultivar Candonga apresentou o maior teor de cálcio com 105,53 mg.100 g⁻¹, aproximando-se do teor encontrado no cultivar San Andreas orgânico, na presente pesquisa. De acordo com Akhatou e Recamales (2014), tais diferenças podem ser devido aos distintos genótipos, condições climáticas, práticas agronômicas, dentre outras.

O estudo feito por Hakala et al. (2003) analisou cálcio e potássio nos cultivares Honeoye, Jonsok e Polka cultivados nos solos convencional e orgânico, nos anos de 1997 e 1998 na Finlândia. Em 1997, as médias de cálcio e potássio nos cultivares pesquisados no solo convencional variaram de 17-22 mg.100 g⁻¹ e 218-243 mg.100 g⁻¹, respectivamente e, em 1998, de 18-19 mg.100 g⁻¹ e 164-186 mg.100 g⁻¹, respectivamente. Os teores médios de cálcio e potássio cultivados em solo orgânico, no ano de 1997, variaram de 16-29 mg.100 g⁻¹ e 188-234 mg.100 g⁻¹, respectivamente, e no ano de 1998, a média variou entre 17-20 mg.100 g⁻¹ e 157-191 mg.100 g⁻¹, respectivamente. Segundo Hakala et al. (2003), o cultivo orgânico não influenciou consistentemente o teor de cálcio e potássio nos cultivares pesquisados.

Dentre os minerais analisados pela pesquisa de Conti et al. (2014), têm-se cálcio e potássio. O estudo foi desenvolvido com o cultivar Camarosa, cultivado em

solo convencional e orgânico, em Giugliano, sul da Itália. Os resultados encontrados foram de 2,4 e 2,3 mg.g⁻¹ para cálcio, nos cultivos convencional e orgânico, respectivamente. Em relação ao potássio, encontrou-se 15 e 14 mg.g⁻¹ nos cultivos convencional e orgânico, respectivamente. Observou-se que o sistema de cultivo não influenciou a composição destes minerais nos morangos.

4.2.4.10 Cor

No que concerne à coloração, San Andreas convencional apresentou o maior valor de L, com 30,44, diferindo significativamente de Festival convencional e San Andreas orgânico, com os valores de 26,67 e 25,86, respectivamente. Festival orgânico apresentou o menor valor, diferindo significativamente dos demais, com o valor de 19,27 (TABELA 32).

Tabela 32 – Valores referentes a cor encontrados nos cultivares Festival e San Andreas cultivados nos sistemas orgânico e convencional, em substrato, no município de Bom Princípio.

Parâmetro	Cor			
	Festival		San Andreas	
	Orgânico	Convencional	Orgânico	Convencional
L*	19,27 ± 0,84 ^c	26,67 ± 2,04 ^b	25,86 ± 0,80 ^b	30,44 ± 0,79 ^a
a*	37,58 ± 0,63 ^a	33,50 ± 3,25 ^a	31,38 ± 1,17 ^a	40,36 ± 1,38 ^a
b*	17,05 ± 1,23 ^a	18,20 ± 3,58 ^a	22,97 ± 0,43 ^a	24,98 ± 2,21 ^a
Croma	44,04 ± 0,74 ^a	38,15 ± 4,52 ^a	35,71 ± 1,60 ^a	47,48 ± 2,28 ^a
Hue	28,49 ± 0,93 ^a	28,26 ± 2,72 ^a	31,43 ± 0,24 ^a	31,70 ± 1,56 ^a
IC	864,45 ± 13,30 ^a	745,89 ± 49,91 ^b	769,72 ± 9,98 ^b	728,27 ± 2,93 ^b

L* = luminosidade; a* = escala verde a vermelho; b* = escala azul ao amarelo; IC = índice de cor
 Valores expressos como médias ± desvio padrão
 Médias seguidas de mesma letra não se diferem significativamente, pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Quanto aos valores de a* (TABELA 32), não houve diferença significativa, sendo que os valores encontrados foram de 37,58, 33,50, 31,38 e 40,36 para Festival orgânico e convencional, San Andreas orgânico e convencional

(respectivamente). Da mesma forma, em relação aos parâmetros b^* , Cromo e ângulo Hue, os valores não apresentaram diferença significativa.

Segundo a Tabela 32, os valores do parâmetro b^* obtidos foram de 17,05, 18,20, 22,97 e 24,98 para Festival orgânico e convencional, San Andreas orgânico e convencional, respectivamente. Os valores de Cromo encontrados foram de 44,04, 38,15, 35,71 e 47,48, respectivamente, para Festival orgânico e convencional, San Andreas orgânico e convencional. Para os valores do ângulo Hue têm-se 28,49, 28,26, 31,43 e 31,70 para Festival orgânico e convencional, San Andreas orgânico e convencional (respectivamente).

De acordo com Cayuela et al. (1997), o Índice de Cor (IC) reflete mudanças na coloração de forma satisfatória, isto é, valores baixos ou negativos, indica cor verde intenso e valores altos, acima de 500-600, indica cor vermelho intenso. Todos os cultivares apresentaram IC elevado, indicando a cor vermelho intenso. O maior IC foi obtido pelo Festival orgânico, cujo valor foi de 864,45, diferindo significativamente de Festival convencional, San Andreas orgânico e convencional, com os valores de 745,89, 769,72 e 728,27, respectivamente.

Observa-se que o cultivar San Andreas convencional apresentou os maiores valores em relação aos parâmetros de cor L^* (30,44), a^* (40,36) e b^* (24,98) e o menor valor do IC (728,27). No entanto, o menor valor de L^* (19,27) do Festival orgânico indica uma coloração mais vermelha, fazendo jus ao maior IC (864,45) que significa também uma coloração vermelha intensa.

Levando em consideração os cultivares e os sistemas de cultivo, Festival orgânico e San Andreas orgânico apresentaram os menores valores de L^* , ou seja, 19,27 e 25,86, respectivamente, e os maiores valores de IC, tais como, 864,45 e 769,72, respectivamente, indicando coloração vermelha mais intensa. Quanto ao Festival convencional e San Andreas convencional, estes apresentaram valores de L^* iguais a 26,67 e 30,44, respectivamente, e valores de IC iguais a 745,89 e 728,27, indicando uma coloração vermelha menos intensa do que em relação ao cultivo orgânico.

Cantillano et al. (2008), Skupien e Oszmianski (2004) e Wang e Zheng (2001)

afirmam que características genéticas (composição de antocianinas), fatores climáticos e agronômicos influenciam na coloração dos morangos.

Dessa maneira, observa-se que as práticas desenvolvidas no cultivo orgânico desta pesquisa podem ter influenciado no parâmetro de cor.

Os resultados da pesquisa desenvolvida por Cayuela et al. (1997) com o cultivar Chandler, em Huelva, Espanha, nos cultivos orgânico e convencional, em solo, demonstram que a coloração foi significativamente mais intensa no cultivo orgânico em relação ao convencional.

No que concerne aos fatores genéticos relacionados à composição de antocianinas, far-se-á uma comparação entre a concentração de antocianinas (TABELA 24) e aos respectivos valores de IC (TABELA 32). Assim, as concentrações de antocianinas encontradas no Festival orgânico e convencional foram de 64,53 e 46,91 mg.100 g⁻¹ de fruta fresca, respectivamente, tendo obtidos os valores de IC de 864,45 e 745,89, respectivamente. Já, as concentrações encontradas de antocianinas nos cultivares San Andreas orgânico e convencional foram de 46,94 e 41,18 mg.100 g⁻¹ de fruta fresca, respectivamente, e os respectivos valores de IC foram de 769,72 e 728,27. Desse modo, Festival orgânico apresentou a maior concentração de antocianinas e o maior IC.

Salienta-se que não foi possível fazer correlação de Pearson com os resultados de cor, pois, devido à reduzida quantidade de amostra, não se conseguiu fazer triplicata dos pontos, faltando dados para fazer a correlação.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao chegar neste momento do trabalho, cabe mencionar o objetivo que, inicialmente, motivou a realização desta pesquisa, o de auxiliar os produtores rurais que cultivam morango no município de Bom Princípio e, quiçá, difundir para demais produtores e regiões. Assim, desenvolveu-se uma importante pesquisa para o cultivo do morangueiro, uma vez que inexistiam informações científicas realizadas sobre esta cultura no município estudado. Após a publicação da tese, os resultados serão divulgados para os técnicos da EMATER e os agricultores envolvidos neste estudo, de modo a fomentar o debate em relação aos resultados encontrados, visando a troca de informações.

Ademais, com o aumento na venda e no consumo de morangos deve prevalecer a preocupação com a qualidade nutricional e a aceitação por parte dos consumidores. Para tanto, esta pesquisa traz embasamento para que os produtores rurais junto aos técnicos da EMATER possam dar continuidade ao trabalho que vem sendo desenvolvido, de maneira a observar o que pode ser melhorado no que diz respeito às práticas de cultivo, incluindo nutrição e uso de substratos, buscando cultivar morangos cada vez mais saborosos e nutritivos.

Diante disso, cabe fazer algumas considerações no que se refere aos resultados. Na primeira etapa, todos os cultivares pesquisados, Camino Real, San Andreas e Camarosa, apresentaram teor de SST acima do mínimo recomendado pela legislação brasileira (7,5° Brix). Observou-se que estes resultados podem estar relacionados com os teores de potássio e cálcio encontrados em cada cultivar

pesquisado. O teor de ATT de todos os cultivares estavam de acordo com o máximo aceitável em morangos (0,8%), o que corresponde a um sabor agradável. Percebeu-se, também, que os valores de ATT aumentaram segundo o aumento da quantidade de potássio encontrado no solo dos cultivares pesquisados, podendo-se supor que o teor de potássio influencia na quantidade de acidez nos morangos. Em relação à razão SST/ATT, o cultivar Camarosa apresentou a maior relação com 13,57 e o pH deste cultivar estava em concordância com a faixa de pH recomendada pela FDA (3 a 3,9), sendo que os cultivares Camino Real e San Andreas ultrapassaram 2% do valor máximo do relatado pela FDA.

O cultivar Camarosa apresentou teores médios superiores tanto de antocianinas totais quanto de compostos fenólicos totais. Tal cultivar obteve os maiores valores de potássio e sódio, 165,57 e 4,46 mg.100 g⁻¹, respectivamente. Quanto aos teores de cálcio, San Andreas se destacou com 123,35 mg.100g⁻¹.

No que se refere a segunda etapa, todos os cultivares pesquisados, Festival e San Andreas, orgânico e convencional, em substrato, apresentaram pH conforme o estabelecido pela FDA, porém o teor de SST ficou abaixo do mínimo recomendado. Contudo, o cultivar Festival, orgânico e convencional, apresentou teores de ATT menores que 0,8%, o que representa uma melhor aceitabilidade pelos consumidores. Da mesma forma, tal cultivar obteve a maior relação SST/ATT, o que confere um sabor mais agradável. Provavelmente, o teor de potássio nos cultivares e a temperatura influenciaram nos parâmetros pesquisados.

A capacidade antioxidante foi superior nos cultivares Festival e San Andreas do sistema orgânico em substrato. Pode-se associar que um maior teor de nitrogênio no cultivo orgânico esteja relacionado com uma maior concentração na síntese do conteúdo da atividade antioxidante nos cultivares pesquisados.

Os cultivares Festival e San Andreas, cultivados no sistema convencional, apresentaram teor de vitamina C superior se comparados com os mesmos cultivares cultivados no sistema orgânico. Tais diferenças se devem à maior quantidade de nitrogênio presente na solução nutritiva utilizada no sistema orgânico, uma vez que quanto maior o teor de nitrogênio, menor o teor de vitamina C. Além disso, é possível perceber que a condutividade elétrica é um fator que influencia no teor de

vitamina C em morangos. Porém, estes resultados podem não ser os mesmos de outras pesquisas, uma vez que há muitos fatores que influenciam no teor de vitamina C nas frutas.

No que diz respeito à concentração de antocianinas totais, o cultivar Festival orgânico apresentou o maior teor, $64,53 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de fruta fresca, diferenciando do San Andreas orgânico, cujo valor foi de $46,94 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de fruta fresca. Para tanto, as diferenças na concentração de antocianinas entre os referidos cultivares no sistema orgânico pode ser devido aos distintos fatores genéticos dos cultivares estudados. O maior teor de compostos fenólicos totais foi encontrado no cultivar San Andreas convencional, com $128,03 \text{ mg}$ de ácido gálico $\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de fruta fresca.

Quanto às quantidades dos minerais pesquisados, os cultivares Festival orgânico e San Andreas convencional não apresentaram diferença significativa, obtendo-se os teores de $41,33$ e $40,91 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ de cálcio, respectivamente. Sobre os valores de sódio, o cultivar Festival convencional se destacou com o maior teor, cujo valor foi de $8,01 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$. No que concerne aos teores de potássio, o cultivar San Andreas, orgânico e convencional, apresentou os maiores teores de potássio, sendo que este resultado pode estar relacionado com as características genéticas deste cultivar.

Levando em consideração o parâmetro de cor, os cultivares Festival orgânico e San Andreas orgânico apresentaram os maiores valores de IC, indicando coloração vermelha mais intensa.

Neste contexto, verificou-se que vários aspectos influenciaram as propriedades físicas e químicas e dos teores de compostos bioativos nos morangos pesquisados, podendo-se citar os fatores genéticos, nutrição utilizada nos cultivos, características dos solos e dos substratos, condutividade elétrica dos substratos e das soluções nutritivas, condições climáticas (sol, temperatura, umidade) do ambiente de cultivo dos morangos.

Por fim, é importante considerar que todos os objetivos propostos nesta pesquisa foram atingidos. Vale mencionar, também, que os resultados obtidos na avaliação dos parâmetros nesta pesquisa referem-se às condições de cultivo, *in situ*,

nos quais os cultivares foram produzidos, ou seja, com as referidas características dos solos e dos substratos e da nutrição empregados e, também, de acordo com as condições climáticas durante o cultivo. Isto é, não se poderá determinar que tais cultivares plantados em solos, substratos ou nutrição com diferentes características apresentarão iguais resultados.

6 PERSPECTIVAS DE TRABALHOS FUTUROS

Diante da diversidade de cultivares existentes e vários já cultivados no município de Bom Princípio, como Albion, Benícia, Montereí, Oso Grande, Tudla, entre outros, sugere-se avaliar características físico-químicas e dos teores de compostos bioativos de cultivares em distintos sistemas de cultivo produzidos tanto neste município quanto em outros.

Também, recomenda-se avaliar a produtividade de cultivares relacionando com os sistemas de cultivo nos quais os cultivares serão produzidos.

A partir da caracterização físico-química em determinados cultivares, poderá ser proposto um selo, de modo a certificar tal cultivar com as concentrações médias dos compostos bioativos pesquisados, que poderão ser encontrados nos morangos. Assim, os agricultores terão a possibilidade de produzir e comercializar morangos com concentrações superiores de vitamina C e/ou potencial antioxidante e os consumidores terão oportunidade de escolha.

Ademais, propõe-se a elaboração de uma tabela contendo cultivares, sistema de cultivo e composição das propriedades físico-químicas e dos compostos bioativos.

REFERÊNCIAS

AABY, K. et al. Phenolic compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits: composition in 27 cultivars and changes during ripening. **Food Chemistry**, Philadelphia, v.132, p. 86-97, 2012.

AKHATOU, I.; RECAMALES, A. F. Influence of cultivar and culture system on nutritional and organoleptic quality of strawberry. **J Sci Food Agric.**, Washington, v. 94, p. 866–875, 2014.

ALMEIDA, M. L. B. **Caracterização pós-colheita de propriedades físicas e químicas de morangos produzidos sob diferentes sistemas de cultivo**. 2013. 59 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013.

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

ANTUNES, L. E. C. Cultivares. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. Brasília: Embrapa. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/morango/arvore/CONT000fmxotm4d02wyiv8065610do1fgl2q.html>>. Acesso em: 15 abr. 2014a.

ANTUNES, L. E. C. et al. Yield and quality of strawberry cultivars. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 222-226, abr./jun. 2010.

ANTUNES, M. C. et al. Postharvest quality of strawberry produced during two consecutive seasons. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, p. 168-173, abr./jun. 2014b.

ASAMI, D. K. et al. 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, p. 1237-1241, 2003.

BERNARDI, J. et al. Sistema de produção de morango para mesa na região da serra gaúcha e encosta superior do nordeste. **Embrapa Uva e Vinho, Sistema de Produção**, 6 versão eletrônica, dez. 2005. Disponível em:

<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MesaSerraGaucha/cultivares.htm>>. Acesso em: 27 mar. 2014.

BIANCHI, M. de L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Rev. Nutr.**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 123-130, maio/ago. 1999.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química dos alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2003.

_____. **Química do processamento de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Varela, 2001.

BOM PRINCÍPIO. **Informações gerais**. Disponível em: <<http://www.bomprincípio.rs.gov.br/novo/informacoes.php>>. Acesso em: 21 jun. 2014.

BORTOLOZZO, A. R.; BERNARDI, J.; SANHUEZA, R. M. V. Produção de Morangos no Sistema Semi-Hidropônico. **Embrapa Uva e Vinho, Sistema de Produção**, 15 versão eletrônica, dez. 2006. Disponível em:

<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemiHidroponico/estufas.htm>>. Acesso em: 02 out. 2015.

BRANDENBURG, A. Movimento agroecológico: trajetória, contradições e perspectivas. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 6, p. 11-28, jul./dez. 2002.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Programa de Análise de Resíduos de Agrotóxicos em Alimentos (PARA)**: relatório de atividades de 2011 e 2012. Brasília, 2013a. Disponível em:

<http://portal.anvisa.gov.br/wps/wcm/connect/58a5580041a4f6669e579ede61db78cc/Relat%C3%B3rio+PARA+2011-12+-+30_10_13_1.pdf?MOD=AJPERES>. Acesso em: 30 set. 2014.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Decreto n. 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Disponível em:

<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4074.htm>. Acesso em: 17 jul. 2016.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 46, de 6 de outubro de 2011. Regulamento Técnico para os Sistemas Orgânicos de Produção Animal e Vegetal. Disponível em:

<[http://www.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/4207980b27b39cf903257a0d0045429a/\\$FILE/IN%20N%C2%BA%2046-2011.pdf](http://www.aladi.org/nsfaladi/normasTecnicas.nsf/09267198f1324b64032574960062343c/4207980b27b39cf903257a0d0045429a/$FILE/IN%20N%C2%BA%2046-2011.pdf)>. Acesso em: 10 ago. 2014.

_____. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 19, de 19 de junho de 2013b. Disponível em:

<http://www.sucodevabrazil.com.br/legislacao/INSTRUCAO_NORMATIVA_No_19_DE_19_DE_JUNHO_DE_2013___pic_bebidas_n_alcoolicas.pdf>. Acesso em: 10 set. 2015.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. **Nutrition Reviews**, Malden, v. 56, n. 11, p. 317-333, 1998.

CALVETE, E. O. et al. Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 30, n. 2, p. 396-401, jun. 2008

CAMARGO, L. K. P. et al. Postharvest quality of strawberry fruits produced in organic and conventional systems. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 577-583, out./dez. 2011.

CAMPO, C. J. et al. 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**, Philadelphia, v. 28, p. 23-30, 2012.

CANTILLANO, R. F. F. et al. Actividad antioxidante, compuestos fenólicos y ácido ascórbico de frutilla en dos sistemas de producción. **Hortic. bras.**, Brasília, v. 30, n. 4, p. 620-626, out./dez. 2012.

_____. Qualidade físico-química e sensorial de cultivares de morango durante o armazenamento refrigerado. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Pelotas, n. 75, out. 2008.

CARDOSO, P. C. et al. Vitamin C and carotenoids in organic and conventional fruits grown in Brazil. **Food Chemistry**, Philadelphia, v. 126, p.411-416, 2011.

CARVALHO, S. F. de. **Produção, qualidade e conservação pós-colheita de frutas de diferentes cultivares de morangueiro nas condições edafoclimáticas de Pelotas-RS**. 2013. 102 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

CASTRO, I. et al. Comparative study of *Selva* and *Camarosa* strawberries from the commercial market. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 67, n. 6, p. 2132-2137, 2002.

CAYUELA, J. A. et al. Influence of the ecological cultivation of strawberries (*Fragaria x Ananassa* Cv. Chandler) on the quality of the fruit and on their capacity for conservation. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v. 45, p. 1736-1740, 1997.

CECATTO, A. P. et al. Culture systems in the production and quality of strawberry cultivars. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 35, n. 4, p. 471-478, 2013.

CHANDLER, C.K. et al. 'Strawberry Festival' Strawberry. **HortScience**, Virgínia, v. 35, n. 7, p. 1366-1367, 2000.

CHAVES, V. C. **Teor de antocianinas, compostos fenólicos e capacidade de captação de radicais livres de frutos de cultivares de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. 2014. 104 f. Dissertação (Mestrado em Farmácia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

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

CLIFFORD, M. N. Anthocyanins – nature, occurrence and dietary burden. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Washington, v. 80, p. 1063-1072, 2000.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10. ed. Porto Alegre: Evangraf Ltda, 2004.

CONNOR, A. M. et al. Genotypic and environmental variation in antioxidant activity, total phenolic content, and anthocyanin content among blueberry cultivars. **J. Americ. Soc. Hort. Sci.**, Virginia, v. 125, n. 1, p. 89-97, 2002.

CONSELHO REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO DO VALE DO CAÍ. **Planejamento estratégico regional do Vale do Caí**. São Sebastião do Caí: Livraria e Gráfica Dominó, 2010. E-book. Disponível em: <
<http://www2.al.rs.gov.br/forumdemocratico/LinkClick.aspx?fileticket=3IQoKNPAIy4%3D&tabid=5363&mid=7972>>. Acesso em: 26 fev. 2014.

CONTI, J. H.; MINAMI, K.; TAVARES, F. C. A. Produção e qualidade de frutos de diferentes cultivares de morangueiro em ensaios conduzidos em Atibaia e Piracicaba. **Hortic. bras.**, Brasília, v. 20, n. 1, mar. 2002.

CONTI, S. et al. Effects of organic vs. conventional farming system on yield and quality of strawberry grown as an annual or biennial crop in southern Italy. **Scientia Horticulturae**, v. 180, p. 63-71, 2014.

COPETTI, C. **Atividade antioxidante *in vitro* e compostos fenólicos em morangos (*Fragaria X ananassa* Duch): influência da cultivar, sistema de cultivo e período de colheita**. 2010. 88 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

CORDENUNSI, B. R. et al. Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition of strawberry fruits grown in Brazil. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, p. 2581-2586, 2002.

CORDENUNSI, B. R.; NASCIMENTO, J. R. O.; LAJOLO, F. M. Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. **Food Chemistry**, Philadelphia, v. 83, p.167-173, 2003.

COSTA, F. B. da. **Fisiologia e conservação de cultivares de morangos inteiros e minimamente processados**. 2009. 115 f. Tese (Doutorado em Fisiologia Vegetal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

COSTA, N. M. B.; MARTINO, H. S. D. Biodisponibilidade de minerais. In: SILVA, S. M. C. S. da; MURA, J. D. P. (Orgs). **Tratado de Alimentação, Nutrição e Dietoterapia**. 2.ed. São Paulo: Roca, 2010, p. 103-134.

CRESPO, P. et al. Characterisation of major taste and health-related compounds of four strawberry genotypes grown at different Swiss production sites. **Food Chemistry**, Philadelphia, v. 122, p.16-24, 2010.

CRUZ-RUS, E. et al. Regulation of L-ascorbic acid content in strawberry fruits. **Journal of Experimental Botany**, Lancaster, v. 62, n. 12, p. 4191-4201, 2011.

DAROLT, M. R. Comparação da Qualidade do Alimento Orgânico com o Convencional. In: STRIGHETA, P.C; MUNIZ, J. N. (Orgs). **Alimentos Orgânicos: Produção, Tecnologia e Certificação**. 1. ed. Viçosa :Universidade Federal de Viçosa, 2003, p. 289-312.

_____. Morango orgânico: opção sustentável para o setor. **Revista Campo & Negócios**, Uberlândia, n. 34, p. 58-61, mar. 2008.

DAVEY, M. W.; BAUW, G.; MONTAGU, M. V. Analysis of Ascorbate in plant tissues by High-Performance Capillary Zone Electrophoresis. **Analytical Biochemistry**, Washington, v. 8, n. 19, p. 8-19, 1996.

DIAS et al. Produção de morangos em regiões não tradicionais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 24-33, jan./fev. 2007.

DUARTE FILHO, J.; ANTUNES, L. E. C.; PÁDUA, J. G. de. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 20-23, jan./fev. 2007.

EMATER. **Relatório produção de morango**. Bom Princípio, 2013a.

_____. **Morangueiro: cultivo em substrato**. Porto Alegre, 2013b.

_____. **Produtos utilizados na cultura do morango**. Bom, Princípio, 2014

_____. **Preparo de biofertilizante para cultivo orgânico**. Bom Princípio, 2015.

ESCOLA PAULISTA DE MEDICINA. **Relatório básico: Morango, cru**. Universidade Federal de São Paulo. Disponível em:

<http://www.dis.epm.br/servicos/nutri/public/alimento/09316/morango-cru>. Acesso em: 10 abr. 2016.

FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS.

FAOSTAT: Agricultural Production/strawberry. 2013. Disponível em:

<<http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>>. Acesso em: 22 ago. 2016.

FARIA, V. H. F. de. et al. Avaliação de resíduos de agrotóxicos em polpa de morango industrializadas. **Pesticidas: r. ecotoxicol. e meio ambiente**, Curitiba, v. 19, p. 49-56, jan./dez. 2009.

FDA/CFSAN – FOOD AND DRUGS ADMINISTRATION/ CENTERFOR FOOD SAFETY AND APPLIED NUTRITION. **Approximate pH of Foods and Food Products**, 2007. Disponível em: <<http://www.foodscience.caes.uga.edu/extension/documents/fdaapproximatephoffoodslacf-phs.pdf>> . Acesso em: 10 set. 2015.

FERMINO, M. H. **Substratos**: composição, caracterização e método de análise. Guaíba: Agrolivros, 2014.

FERREIRA, A. L. A.; MATSUBARA, L. S. Radicais livres: conceitos, doenças relacionadas, sistema de defesa e estresse oxidativo. **Rev. Ass. Med. Bras., São Paulo**, v. 43, n. 1, p. 61-68, 1997.

FERREYRA, R. M. et al. Growth and ripening season effects on antioxidant capacity of strawberry cultivar Selva. **Scientia Horticulturae**, v. 112, p. 27–32, 2007.

FIGUEIREDO, F. C. et al. Pulverização foliar e fertirrigação com silício nos atributos físico-químicos de qualidade e índices de coloração do morango. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 34, n. 5, p. 1306-1311, set./out. 2010.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Editora Atheneu, 2004.

FRANÇOSO, I. L. T. et al. Alterações físico-químicas em morangos (*Fragaria anassa* Duch.) irradiados e armazenados. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, v. 28, n. 3, p. 614-619, jul./set. 2008.

FURLANI, P. R. Hidroponia vertical: nova opção para produção de morango no Brasil. **O Agrônomo**, Campinas, v. 53, n. 2, p. 26-28, 2001.

GALINA, J.; ILHA, L.; PAGNONCELLI, J. Cultivo orgânico do morangueiro em substrato. **Cadernos de Agroecologia, Porto Alegre**, v. 8, n. 2, nov. 2013. Disponível em: < <http://www.aba-agroecologia.org.br/revistas/index.php/cad/article/view/14879/9362>>. Acesso em: 10 jun. 2014.

GIAMPIERI, F. et al. The strawberry: Composition, nutritional quality, and impact on human health. **Nutrition**, New York, v. 28, p. 9-19, 2012.

GIARDI, C.L.; SANHUEZA, R.M.V.; BENDER, R.J. Manejo pós-colheita e rastreabilidade na produção integrada de maçãs. **Circular técnica**, Bento Gonçalves, n. 31, 2002.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIMÉNEZ, G.; ANDRIOLO, J.; GODOI, R. Cultivo sem solo do morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 1, p. 273-279, jan./fev. 2008.

GIUSTI, M.; WROLSTAD, R. E. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. In: WROLSTAD, R. E (Org.) **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. New York: John Wiley & Sons, p. 1-13, 2001.

GODOI, R. dos S. **Produtividade e qualidade do morangueiro em sistemas fechados de cultivo sem solo**. 2008. 55 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2008.

GOMES, J. C.; OLIVEIRA, G. F. **Análises físico-químicas de alimentos**. Viçosa: Editora UFV, 2011.

HAKALA, M. et al. Effects of varieties and cultivation conditions on the composition of strawberries. **Journal of Food Composition and Analysis**, Philadelphia, v. 16, p. 67-80, 2003.

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

HERNANZ, D. et al. Assessment of the differences in the phenolic composition of five strawberry cultivars (*Fragaria X ananassa* Duch.) grown in two different soilless systems. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Washington, v. 55, p. 1846-1852, 2007.

HOLLMAN, P. C. H. Evidence for health benefits of plants phenols: local or systemic effects? **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Washington, v. 81, p. 842-852, 2001.

HORST, M. A.; LAJOLO, F. M. Biodisponibilidade de compostos bioativos de alimentos. In: COZZOLINO, S. M. F. (Org.). **Biodisponibilidade de nutrientes**, 3. ed. Barueri, SP: Manole, 2009, p. 772-807.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Agropecuário: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. E-book. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/brasil_2006/Brasil_censoagro2006.pdf>. Acesso em: 27 fev. 2014.

_____. **Cidades: Bom Princípio**. 2010. Disponível em: <<http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=430235&search=rio-grande-do-sul|bom-principio|infograficos:-informacoes-completas>>. Acesso em: 21 jun. 2014.

_____. **Produção de morango no Rio Grande do Sul: dados Intranet**, 2016.

INSTITUTE OF MEDICINE. **Dietary Reference Intakes for Folate and Other B Vitamins**. W Washington, D.C.: National Academy Press, 1998. Disponível em: <<https://www.nap.edu/read/6015/chapter/1>>. Acesso em: 10 set. 2016.

JACOB, R. A. Vitamina C. In: SHILS, M. E. et al. (Edits.) **Tratado de Nutrição Moderna na Saúde e na Doença**. 9. ed. Barueri, SP: Manole, 2003. v. 1, p. 499-517.

JOSUTTIS, M. et al. Genetic and environmental effects on Tannin composition in strawberry (*Fragaria x ananassa*) cultivars grown in different European locations. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v. 61, p. 790-800, 2013.

KADER, A. A. Fruit maturity, ripening, and quality relationships. **Acta Hort.**, Belgium, v. 485, p. 203-208, 1999.

KRIS- ETHEERTON, P. M. et al. Bioactive Compounds in Foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and câncer. **The American Journal of Medicine**, New York, v. 113, p. 71S-88S, dec. 2002.

KROLOW, A. C.; SCHWENGBER, J.; FERRI, N. Avaliações físicas e químicas de morango cv. Aromas produzidos em sistema orgânico convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 1732-1735, 2007.

LAL, S. et al. Variability of health and bioactive compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) cultivars grown under an Indian temperate ecosystem. **Fruits**, Les Ulis, v. 68, n. 5, p. 423-434, 2013.

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

LOPES, T. J. et al. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v. 13, n. 3, p. 291-297, jul/set. 2007.

MACIT, I. et al. Yield, quality and nutritional status of organically and conventionally-grown strawberry cultivars. **Asian Journal of Plant Sciences**, Dubai, v. 6, n. 7, p. 1131-1136, 2007.

MADAIL, J. C. M. et al. **Avaliação econômica dos sistemas de produção de morango: convencional, integrado e orgânico**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007, p.1-4. (Comunicado técnico; 181).

MANGNABOSCO, M. C. et al. Avaliação das características químicas de seis cultivares de morangueira na região sudoeste do Paraná. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.26, n.2, p. 5456-5461, 2008.

MARODIN, J. C. et al. Qualidade físico-química de frutos de morangueiro em função da adubação potássica. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v. 9, n. 3, p. 50-57, 2010.

MATSUURA, F. C. A. U. et al. Avaliações físico-químicas em frutos de diferentes genótipos de acerola (*Malpighia puniceifolia* L.). **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 23, n. 3, p. 602-606, dez. 2001.

MEDEIROS, A. R. M. de; SANTOS, A. M. dos. Práticas culturais. In: In: SANTOS, A. M. dos; MEDEIROS, A. R. M de (Orgs.). **Morango, Produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003, p. 53-56. (Frutas do Brasil; 40).

MEDEIROS, C. A. B.; STRASSBURGER A.S; ANTUNES L. E. C. Avaliação de substratos constituídos de casca de arroz no cultivo sem solo do morangueiro. **Hortic. bras.**, Brasília, v. 26, n. 2, p. S4827-S4831, jul./ago. 2008.

MELO, E. de A. et al. Capacidade antioxidante de frutas. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, São Paulo, v. 44, n. 2, p. 193-201, abr./jun. 2008.

MELO, G. J. de O. A importância do ácido fólico para o desenvolvimento embrionário e seu papel protetor de ocorrência de gestações afetadas pelos defeitos do tubo neural fetal. **Cadernos Interdisciplinares: Saúde Tecnologia e Questão Social**, ano 1, v. 1, n.1, 2004.

MELO, G. W. B. de; BORTOLOZZO, A. R.; VARGAS, L. Produção de Morangos no Sistema Semi-Hidropônico: substratos. **Embrapa Uva e Vinho**, Sistema de Produção, 15 versão eletrônica, dez. 2006. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemiHidroponico/substratos.htm>>. Acesso em: 29 jun. 2014.

MERTZ, W. Trace minerals and atherosclerosis. **Fed. Proc.**, v. 41, n. 11, p. 2807-2812, sept. 1982.

MEYERS, K. J. et al. Antioxidant and Antiproliferative Activities of Strawberries. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v. 51, p. 6887-6892, 2003.

MIRANDA F. R. de. et al. Produção de Morangos em Sistema Hidropônico Fechado, empregando Substrato de Fibra de Coco, na Serra da Ibiapaba, CE. **Circular técnica**, Fortaleza, n. 46, 2014.

MITCHAM, B. Quality assurance for strawberries: acse study. **Perishables Handling Newsletter**, n. 85, p. 6-8, 1996.

MONTERO, M. Los radicales libres y las defensas antioxidantes: revisión. **Anales de la Facultad de Medicina**, Lima, v. 54, n. 4, p. 278-281, 1996.

MOZAFAR, A. Nitrogen fertilizers and the amount of vitamins in plants: a review. **Journal of Plant Nutrition**, v. 16 n. 12, p. 2479-2506, 1993.

MUSA, C. I. et al. Cultivo Orgânico em Substrato: uma experiência inovadora no cultivo do morangueiro no município de Bom Princípio/RS. **InterfaceHS – Saúde, Meio Ambiente e Sustentabilidade**, São Paulo, v.10, n.2, p.38-46, 2015a.

_____. Teor de compostos bioativos em três cultivares de morangos cultivados em solo convencional no município de Bom Princípio/RS: sua importância para a saúde humana. **Caderno Pedagógico**, Lajeado, v. 12, n. 1, p. 56-66, 2015b.

_____. Avaliação do teor de Vitamina C em morangos de diferentes cultivares em sistemas de cultivo distintos no município de Bom Princípio/RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria/RS, v. 37, n. 2, p. 368-373, 2015c.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. **Tabela brasileira de composição de alimentos**. 4. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011.

OLIVEIRA, M. A. C de; SANTOS, A. M. dos. Classificação botânica, origem e evolução. In: SANTOS, A. M. dos; MEDEIROS, A. R. M de (Orgs.). **Morango, Produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003, p. 16-17. (Frutas do Brasil; 40).

OLSSON, M. E. et al. Antioxidant levels and inhibition of cancer cell proliferation in vitro by extracts from organically and conventionally cultivated strawberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 54, p. 1248-1255, 2006.

OTTO, R. F.; et al. Cultivares de morango de dia neutro: produção em função de doses de nitrogênio durante o verão. **Hortic. bras.**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 217-221, abr./jun. 2009.

ÖZCAN, M. Mineral contents of some plants used as condiments in Turkey. **Food Chemistry**, Philadelphia, v. 84, p. 437-440, 2004.

PACHECO, D. D. et al. Nutrição mineral e adubação do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 24-33, jan./fev. 2007.

PAGOT, E. et al. Preparo da área para plantio. Embrapa Uva e Vinho, Sistema de Produção, 6 versão eletrônica, dez. 2005. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/MesaSerraGaucha/preparo.htm>>. Acesso em: 07 jul. 2016.

PASSOS, F. A. et al. Morango. In: MURAYAMA, S. (Org.). **Horticultura**. 2. ed. Campinas: Ed. Campinas, Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1983, p. 317-319.

PASSOS, F. A.; TRANI, P. E. **Calagem e adubação do morangueiro**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2013.

PELAYO-ZALDÍVAR, C.; EBELER, S. E.; KADER, A. A. Cultivar and harvest date effects on flavor and other quality attributes of California strawberries. **Journal of Food Quality**, Malden, v. 28, p. 78-97, 2005.

PENTEADO, M. de V. C.; RIOS, M. D. G. Vitamina C. In: PENTEADO, M. de V. C. (Org.). **Vitaminas: aspectos nutricionais, bioquímicos, clínicos e analíticos**. Barueri, SP: Manole, 2003, p. 201-225.

PEREIRA, W.; MELO, W. F. de. **Manejo de plantas espontâneas no sistema de produção orgânica de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008, p. 1-8. (Circular Técnica; 62).

PILLON, C. N. Prefácio. In: VIZZOTO, M. et al. (Orgs.). **Palestras e resumos: VI Simpósio Nacional do Morango; V Encontro Sobre Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul**. Brasília: Embrapa, 2012, p. 5.

PINELI, L. de L. de O. et al. Variations in antioxidant properties of strawberries grown in Brazilian savannah and harvested in different seasons. **J Sci Food Agric.**, Washington, v. 92, p. 831-838, 2012.

PINELI, L. de L. de O. **Qualidade e potencial antioxidante *in vitro* de morangos *in natura* e submetidos a processamentos**. 2009. 222 f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde) – Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

PINTO, M. da S.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Bioactive compounds and quantification of total ellagic acid in strawberries (*Fragaria X ananassa* Duch.). **Food Chemistry**, Philadelphia, v. 107, p.1629-1635, 2008.

PORTELA, I. P.; PEIL, R. M. N.; ROMBALDI, C. V. Efeito da concentração de nutrientes no crescimento, produtividade e qualidade de morangos em hidroponia. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 266-273, 2012.

RECAMALES, Á. F.; MEDINA, J. L.; HERNANZ, D. Physicochemical characteristics and mineral content of strawberries grown in soil and soilless system. **Journal of Food Quality**, Malden, v. 30, p. 837-853, 2007.

REICHERT, L. J.; MADAIL, J. C. de M. Aspectos socioeconômicos. In: SANTOS, A. M. dos; MEDEIROS, A. R. M de (Orgs.). **Morango, Produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003, p. 12-15. (Frutas do Brasil; 40).

RESENDE, J. T. V. et al. Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v.28, p. 155-159, 2010.

RICE-EVANS, C.; MILLER, N. J. Antioxidants – the case for fruit and vegetables in the diet. **British Food Journal**, United Kingdom, v. 97, n. 9, p. 35-40, 1995.

ROCHA, D. A. et al. Análise comparativa de nutrientes funcionais em morangos de diferentes cultivares da região de Lavras-MG. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 1124-1128, dez. 2008.

ROSS, C. A. et al. **Dietary reference intakes Calcium Vitamin D**. Washington, D.C.: The National Academies Press, 2011. Disponível em: <<https://www.nap.edu/read/13050/chapter/1>>. Acesso em: 12 set. 2016.

RUFINO, M. do S. M. et al. **Determinação da Atividade Antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH**. Fortaleza: Embrapa, 2007, p. 1-4. (Comunicado Técnico; 127).

RYAN, J. J.; DUPONT, A. J. Identification and Analysis of the Major Acids from Fruit Juices and Wines. **J. Agr. FoodChem.**, Washington, v. 21, n. 1, p. 45-49, 1973.

SAKUMA, A. M. et al. **Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos: minerais e contaminantes inorgânicos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

SANCHEZ-CASTILLO, C. P. et al. The mineral content of Mexican fruits and vegetables. **Journal of Food Composition and Analysis**, Philadelphia, v. 11, p. 340-356, 1998.

SANHUEZA, R. M, V. et al. Sistema de produção de morango para mesa na região da serra gaúcha e encosta superior do nordeste. Embrapa Uva e Vinho, Sistema de

- Produção, 6 versão eletrônica, dez. 2005. Disponível em: <<http://www.cnpqv.embrapa.br/publica/sprod/MesaSerraGaucha/index.htm>>. Acesso em: 25 mar. 2014.
- SANTOS, A. M. dos. Cultivares. In: SANTOS, A. M. dos; MEDEIROS, A. R. M de (Orgs.). **Morango, Produção**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003, p. 24- 30. (Frutas do Brasil; 40).
- SCALZO, J. et al. Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit. **Nutrition**, New York, v. 21, p. 207-213, 2005.
- SCHWARZ, K. et al. Qualidade pós-colheita de frutos de morangueiro cultivados com diferentes fontes e doses de potássio. **Horticultura brasileira**, Brasília, v. 29, n. 2 (Suplemento – CD ROM), p. S5272-S5280, 2011.
- SILVA, F. L. da et al. Anthocyanin pigments in strawberry. **LWT - Food Science and Technology**, Philadelphia, v. 40, p. 374-382, 2007.
- SILVA, J. B. da. et al. Sistema de produção de base ecológica na cultura do morangueiro. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 11., 2016, Pelotas. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO, 11., 2016, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2016. p. 410-419. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1052606>>. Acesso em: 21 set. 2016.
- SILVA, V. L. da; COZZOLINO, S. M. F. Vitamina C (Ácido Ascórbico). In: COZZOLINO, S. M. F. (Org.). **Biodisponibilidade de nutrientes**, 2. ed. Barueri, SP: Manole, 2007, p. 305-324.
- SKUPIEN, K.; OSZMIANSKI, J. Comparison of six cultivars of strawberries (*Fragaria x ananassa* Duch.) grown in northwest Poland. **Eur Food Res Technol.**, Alemanha, v. 219, p. 66-70, 2004.
- SPECHT, S. **O Território do morango no Vale do Caí - RS: análise pela perspectiva dos Sistemas Agroalimentares Localizados**. 2009. 317 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Rural) – Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
- STEINMETZ, K. A.; POTTER, J. D. Vegetables, fruit, and cancer prevention: a review. **Journal of the American Dietetic Association**, Philadelphia, v. 96, n. 10, p.1027-1039, oct. 1996.
- STERTZ, S. C. Qualidade de hortícolas convencionais, orgânicas e hidropônica na Região Metropolitana de Curitiba, Paraná. 2004. 260 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2004.
- TAIZ, L.; Zeiger, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.
- TERESA, S. de P.; BALLESTA, M. T. S. Anthocyanins: from plant to health. **Phytochem. Rev.**, Netherlands, v. 7, p. 281-299, 2008.

TULIPANI, S. et al. Antioxidants, Phenolic Compounds, and Nutritional Quality of Different Strawberry Genotypes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 56, p. 696-704, 2008.

VANNUCCI, H.; MONTEIRO, T. H. **Ácido Fólico**. São Paulo: ILSI Brasil International Life Sciences Institute do Brasil, 2010 (Série de publicações ILSI Brasil: Funções plenamente reconhecidas de nutrientes; v. 10).

VIZZOTTO, M. Fatores que alteram os teores de fitoquímicos. **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**. Brasília: Embrapa. Disponível em: <<http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/morango/arvore/CONT000fmxotm4e02wyiv8065610dab43n1b.html>>. Acesso em: 6 set. 2015.

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

WANG, S. Y. et al. Fruit Quality, Antioxidant Capacity, and Flavonoid Content of Organically and Conventionally Grown Blueberries. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v. 56, p. 5788-5794, 2008.

WANG, S. Y.; ZHENG, W. Effect of plant growth temperature on antioxidant capacity in strawberry. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v. 49, p. 4977-4982, 2001.

WANG, S. Y.; ZHENG, W.; GALLETTA, G. J. Cultural system affects fruit quality and antioxidant capacity in strawberries. **J. Agric. Food Chem.**, Washington, v. 50, p. 6534-6542, 2002.

WATERHOUSE, A. Folin-Ciocalteu Micro Method for Total Phenol in Wine. **Waterhouse Lab.**, University of California, 8 aug. 2012. Disponível em: <<http://waterhouse.ucdavis.edu/faqs/foolin-ciocalteu-micro-method-for-total-phenol-in-wine>>. Acesso em: 21 abr. 2014.

WATTENBERG, L. W. Inhibition of Carcinogenesis by Minor Dietary Constituents. **Cancer Research**, Philadelphia, v. 52, p. 2085-2091, 1992.

WINTER, C. K.; DAVIS, S. F. Organic Foods. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 71, n. 9, p. 117-124, 2006.

ZORZETO, T. Q. **Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch.)**. 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) - Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Produção gerada

MUSA, C. I. et al. Cultivo orgânico em substrato: uma experiência inovadora no cultivo do morangueiro no município de Bom Princípio/RS. **InterfacEHS**, São Paulo/SP, v. 10, n. 2, dez. 2015a.

MUSA, C. I. et al. Teor de compostos bioativos em três cultivares de morangos cultivados em solo convencional no município de Bom Princípio/RS: sua importância para a saúde humana. **Caderno Pedagógico**, Lajeado, v. 12, n. 1, p. 56-66, 2015b.

MUSA, C. I. et al. Avaliação do teor de Vitamina C em morangos de diferentes cultivares em sistemas de cultivo distintos no município de Bom Princípio/RS. **Ciência e Natura**, Santa Maria/RS, v. 37, n. 2, p. 368-373, 2015c.

MUSA, C. I. et al. Avaliação do teor de antocianinas totais em morangos cultivados no sistema convencional e orgânico, em substrato, no município de Bom Princípio/RS. In: FEIRA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA 2015 – INOVAMUNDI, 2015, Novo Hamburgo. **Anais...** Novo Hamburgo: Universidade Feevale, 2015, p. 6.

MUSA, C. I. et al. Morango: avaliação de antocianinas nos cultivares Camino Real e San Andreas na cidade de Bom Princípio/RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PROCESSAMENTO MÍNIMO E PÓS-COLHEITA DE FRUTAS, FLORES E HORTALIÇAS, 1., 2015, Aracaju/SE. **Anais...** Aracaju/SE, 2015.

MUSA, C. I. et al. Avaliação química dos cultivares Festival e San Andreas produzidos no sistema orgânico e convencional, em substrato, no município de Bom Princípio/RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25., 2016, Gramado/RS. **Anais...** Gramado/RS: SBCTA Regional, 2016.

ANEXOS

ANEXO A - Resultados da análise do solo no qual foram produzidos os cultivares Camino Real e San Andreas e do solo do cultivar Camarosa no município de Bom Princípio.

Parâmetro	Cultivar	
	San Andreas e Camino Real	Camarosa
Argila (%)	26	28
Classe	3	3
pH	5,2	5,1
Índice (SMP)	5,8	5,9
Fósforo (mg.L ⁻¹)	40	30
Potássio (mg.L ⁻¹)	324	70
Matéria Orgânica (%)	3,0	1,2
Alumínio (cmol _c .L ⁻¹)	0,1	0,2
Cálcio (cmol _c .L ⁻¹)	5,2	3,2
Magnésio (cmol _c .L ⁻¹)	2,1	1,0
Hidrogênio + Alumínio (cmol _c .L ⁻¹)	5,5	4,9
CTC (cmol _c .L ⁻¹)	13,6	9,3
% Saturação da CTC	Bases	59,8
	Alumínio	1,2
Enxofre (mg.L ⁻¹)	43,1	40,8
Zinco (mg.L ⁻¹)	9,5	6,6
Cobre (mg.L ⁻¹)	2,2	3,4
Boro (mg.L ⁻¹)	0,4	0,2
Manganês (mg.L ⁻¹)	67	54
Ferro (%)	0,40	0,1
Cloro (mg.L ⁻¹)	-	-

Unidades: % = massa/volume; cmol_c.L⁻¹ = meq.100 mL⁻¹; CTC (Capacidade de troca de cátions) a pH 7,0; SMP = identifica os criadores do método de análise e correção de acidez do solo, Shoemaker, Mac lean e Pratt.

ANEXO B - Resultados das análises físico-químicas dos substratos utilizados nos cultivos orgânico e convencional com os cultivares Festival e San Andreas.

Parâmetro	Unidade	Orgânico		Convencional	
		Festival	San Andreas	Festival	San Andreas
pH	H ₂ O	7,03	6,66	6,65	6,32
CE	mS.cm ⁻¹	0,10	0,19	0,23	0,29
DU	kg.m ⁻³	843,18	758,96	722,31	749,45
DS	kg.m ⁻³	407,05	261,09	318,31	248,42
UA	%	51,72	65,60	55,93	66,85
PT	%	84,23	86,72	86,45	86,17
EA	%	30,92	31,61	36,96	33,21
AFD	%	14,60	8,03	19,09	7,84
AT	%	3,34	3,31	4,46	3,25
AR	%	35,38	43,77	25,94	41,87
CRA (10)	%	53,31	55,11	49,49	52,96
CRA (50)	%	38,71	47,08	30,41	45,12
CRA (100)	%	35,38	43,77	25,94	41,87
TTSS	g.L ⁻¹	0,29	0,49	0,51	0,70

DU=densidade úmida; DS=densidade seca; UA=Umidade Atual; pH=determinado em água, diluição 1:5 (v/v); CE=condutividade elétrica obtida em solução 1:5 (v/v); TTSS (Teor total de sais solúveis) = 1:10; PT=porosidade total; EA=espaço de aeração; AFD=água facilmente disponível; AT=água tamponante; AR=água remanescente; CRA10, 50 e 100=capacidade de retenção de água sob sucção de 10, 50 e 100 cm de coluna de água determinado em base volumétrica (v/v); Observações: Média de três repetições por amostra.

ANEXO C - Resultados das análises físico-químicas das soluções nutritivas de entrada, utilizadas nos cultivos orgânico e convencional, em substrato, com os cultivares Festival e San Andreas.

Parâmetro	Solução Nutritiva de Entrada (San Andreas e Festival)	
	Orgânico	Convencional
pH	7,1	6,5
Condutividade Elétrica (dS.m ⁻¹)	0,85	2,14
Nitrogênio (TKN) (mg.L ⁻¹)	9,1	35
Fósforo total (mg.L ⁻¹)	3,2	46
Potássio total (mg.L ⁻¹)	77	136
Cálcio total (mg.L ⁻¹)	41	180
Magnésio total (mg.L ⁻¹)	23	66
Enxofre total (mg.L ⁻¹)	12	13
Cobre total (mg.L ⁻¹)	0,30	0,02
Zinco total (mg.L ⁻¹)	0,43	0,29
Ferro total (mg.L ⁻¹)	12	2,2
Mangânes total (mg.L ⁻¹)	1,2	0,20
Sódio total (mg.L ⁻¹)	16	22
Molibdênio total (mg.L ⁻¹)	0,04	0,08
Boro total (mg.L ⁻¹)	1,5	0,2

NTK= método de Kjeldahl