

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CAMPUS FREDERICO WESTPHALEN  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA: AGRICULTURA  
E AMBIENTE

Maria Inês Diel

**FENOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE CULTIVARES DE  
MORANGUEIRO DE DIFERENTES ORIGENS CULTIVADOS EM  
SUBSTRATOS ORGÂNICOS**

Frederico Westphalen, RS  
2016

**Maria Inês Diel**

**FENOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE CULTIVARES DE  
MORANGUEIRO DE DIFERENTES ORIGENS CULTIVADOS EM SUBSTRATOS  
ORGÂNICOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Denise Schmidt

Frederico Westphalen, RS  
2016

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

DIEL, MARIA INÊS  
FENOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE CULTIVARES DE  
MORANGUEIRO DE DIFERENTES ORIGENS CULTIVADOS EM  
SUBSTRATOS ORGÂNICOS / MARIA INÊS DIEL.- 2016.  
78 p.; 30 cm

Orientadora: DENISE SCHMIDT  
Coorientadora: CARINE COCCO  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Campus de Frederico Westphalen, Programa de Pós-  
Graduação em Agronomia - Agricultura e Ambiente, RS, 2016

1. CULTIVO DE MORANGO EM SUBSTRATOS 2. SUBSTRATOS  
ORGÂNICOS 3. MUDAS MORANGUEIRO 4. FENOLOGIA E QUALIDADE  
DE MORANGOS I. SCHMIDT, DENISE II. COCCO, CARINE III.  
Título.

---

© 2016

Todos os direitos autorais reservados a Maria Inês Diel. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: mariaines.diel@hotmail.com

**Maria Inês Diel**

**FENOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE CULTIVARES DE  
MORANGUEIRO DE DIFERENTES ORIGENS CULTIVADOS EM SUBSTRATOS  
ORGÂNICOS**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**

**Aprovado em 16 de dezembro de 2016**

---

**Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Denise Schmidt (UFSM)**  
(Presidente/Orientadora).

---

**Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Carine Cocco (UCS)**  
(Co-orientadora)

---

**Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Bráulio Otomar Caron (UFSM)**

---

**Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Sidinei Zwick Radons (UFFS)**

Frederico Westphalen, RS.  
2016

*Aos meus pais Bernadete e José Reinoldo, ao meu namorado Ropson e a minha irmã Lisia,  
pelo amor, companheirismo e incentivo.  
Aos meus primos/irmãos Claudio e Eliseu (in memoriam)*

**DEDICO...**

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, pelo dom da vida, e por iluminar meu caminho em todos os momentos;

A Prof. Dr<sup>o</sup> Denise Schmidt, pela confiança, orientação e apoio para a realização deste trabalho, e ao Prof. Dr<sup>o</sup> Bráulio Otomar Caron, Marcos Vinícios Marques Pinheiro e Gizelli Moiano de Paula pelos ensinamentos;

A Carine Cocco pela co-orientação, amizade e ensinamentos necessários para a realização deste trabalho;

Aos meus pais José Reinoldo Diel e Bernadete Meurer Diel, fontes da minha vida, formação e caráter, por acreditarem em mim e não pouparem esforços para a realização deste sonho;

Ao Ropson Delavi Jendrzikowski pela força, incentivo, apoio e amor em todas as etapas desta caminhada;

Às minhas irmãs, Joana, Luiza e Lisia, importantes fontes de incentivo e companheirismo;

Aos queridos e estimados colegas e amigos do laboratório Matheus Milani, Daniele Fontana, Marcos Vinícios Marques Pinheiro, Carla Stringari Altissimo, Evandro Holz, Anderson Werner, Leonardo Thiesen, Bruna Stringari Altíssimo, Ezequiel Holz e também ao Fernando Pasini, pelas ajudas fundamentais para execução deste trabalho.

Aos novos e sinceros amigos conquistados no decorrer do mestrado e principalmente ao John, Oscar pela amizade, companheirismo e ensinamentos compartilhados no decorrer deste período.

Ao laboratório de pós colheita da UFSM Campus Santa Maria e ao professor Auri Brackmann por disponibilizar os equipamentos para avaliação de algumas variáveis analisadas no trabalho.

A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente (PPGAAA) pela oportunidade de cursar Mestrado, e ao CNPq pela bolsa.

E a todos que, direta ou indiretamente, me ajudaram na conquista de mais essa etapa da minha vida.

**Meu mais sincero AGRADECIMENTO**

“É muito melhor lançar-se em busca de conquistas grandiosas, mesmo expondo-se ao fracasso, do que alinhar-se com os pobres de espírito, que nem gozam muito nem sofrem muito, porque vivem numa penumbra cinzenta, onde não conhecem nem vitória, nem derrota”.

(Theodore Roosevelt)

## RESUMO

### FENOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE CULTIVARES DE MORANGUEIRO DE DIFERENTES ORIGENS CULTIVADOS EM SUBSTRATOS ORGÂNICOS

AUTORA: Maria Inês Diel

ORIENTADORA: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup> Denise Schmidt

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desenvolvimento, a produção e a qualidade de cultivares de morangueiro de diferentes locais de origem, sendo cultivados em sistema semi-hidropônico com misturas de substratos orgânicos. O experimento foi realizado em Frederico Westphalen/Brasil, no ano de 2015, e conduzido em delineamento blocos casualizados, em fatorial 2x2x4, sendo duas cultivares (Albion e Camarosa), duas origens das mudas (Nacional e Importada) e quatro misturas de substratos: bagaço de cana-de-açúcar triturado (70%) + composto orgânico (30%), bagaço de cana de açúcar triturado (70%) + substrato comercial Carolina (30%), casca de arroz queimada (70%) + composto orgânico (30%) e casca de arroz queimada (70%) + substrato comercial Carolina (30%). Foram avaliados os seguintes parâmetros de desenvolvimento: número de dias do plantio até o início da floração; número de dias para plena floração; número de dias para o início da colheita; Soma térmica acumulada do plantio até o início da colheita; Soma térmica acumulada para a plena floração; Soma térmica acumulada para o início da colheita e filocrono, além dos parâmetros de produção: número total de frutos; produção total de frutos; massa média dos frutos; produção de frutos não comerciais; produção de frutos comerciais (PFC) e a produtividade. Também avaliou-se a qualidade dos frutos: acidez titulável (AT), sólidos solúveis totais (SST) e razão acidez titulável/sólidos solúveis totais (AT/SST), firmeza e coloração de polpa. Observou-se diferenças entre as cultivares, origem das mudas e substrato para todas as variáveis de desenvolvimento analisadas. A cultivar Camarosa, independente da origem, necessitou de menor acúmulo térmico para a emissão de folhas. Já a cultivar Albion, de origem Importada foi mais precoce em relação às demais para o período reprodutivo. O melhor substrato para o cultivo de morangueiro foi a mistura de casca de arroz queimada + composto orgânico. Para as variáveis de produção e qualidade observou-se interferência do substrato, da origem da muda e da cultivar do morangueiro, sendo que a mistura Casca de Arroz queimada + Composto Orgânico, a cultivar Camarosa e a origem da muda Nacional apresentaram as melhores respostas na produção e qualidade do morangueiro.

**Palavras-chave:** *Fragraria x ananassa*. Temperatura. Desenvolvimento. Cultivo protegido.



## ABSTRACT

### PHENOLOGY, PRODUCTION AND QUALITY OF STRAWBERRY CULTIVARS OF DIFFERENT ORIGINS CULTIVATED IN ORGANIC SUBSTRATES

AUTHOR: Maria Inês Diel

ORIENTADOR: Prof<sup>ª</sup>. Dr. Denise Schmidt

The objective of this work was to evaluate the development, production and quality of strawberry cultivars from different places of origin, being cultivated in a semi-hydroponic system with mixtures of organic substrates. The experiment was carried out in Frederico Westphalen / Brazil, in the year 2015, and was carried out in a randomized block design, in a 2x2x4 factorial, two cultivars (Albion and Camarosa), two origin of the seedlings (National and Imported) and four mixtures of substrates: Sugar cane bagasse (70%) + commercial substrate Carolina (30%), burnt rice husk (70%) + organic compost (30%) and burnt rice husk (70%) + Carolina commercial substrate (30%). The following development parameters were evaluated: number of days from planting to beginning of flowering (NDIF); Number of days for full bloom (NDPF); Number of days to start harvesting (NDIC); (STaIC), accumulated thermal sum for full bloom (STaPF), accumulated thermal sum for the beginning of the harvest (STaC) and phyllochron, in addition to the parameters of production: total number of fruits NTF), total fruit production (PFT), mean fruit weight (PMF), noncommercial fruit production (NFP), commercial fruit production (PFC) and productivity. The fruit quality was also evaluated: titratable acidity (AT), total soluble solids (TSS) and titratable acidity / total soluble solids (AT / SST) ratio, firmness and pulp color. Differences were observed between cultivars, seed origin and substrate for all growth variables analyzed. The Camarosa cultivar, regardless of origin, required less thermal accumulation for leaf emission. Albion, of imported origin, was earlier than the others for the reproductive period. The best substrate for strawberry cultivation was the mixture of burnt rice husk + organic compost. For the production and quality variables, substrate interference, seedling origin and strawberry cultivar were observed, and the mixture of burned rice husks + organic compost, Camarosa cultivar and the origin of the National seed showed the best responses in the Production and quality of strawberry.

**Keywords:** *Fragraria x ananassa*. Temperature. Development. Protected crop.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	11
<b>2. REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	13
2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO MORANGUEIRO .....	13
2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO MORANGUEIRO .....	14
2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM A FENOLOGIA DO MORANGUEIRO.....	14
2.4 QUALIDADE E ORIGEM DAS MUDAS.....	15
2.5 PRINCIPAIS CULTIVARES DE MORANGUEIRO.....	16
2.6 SUBSTRATOS .....	17
2.7 PRODUÇÃO QUALIDADE DOS FRUTOS .....	19
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	21
<b>4. ARTIGO 1: PHYLLOCHRON AND PHENOLOGY OF STRAWBERRY CULTIVARS FROM DIFFERENT ORIGINS CULTIVATED IN ORGANIC SUBSTRATS</b> .....	26
4.1 ABSTRACT.....	27
4.2 INTRODUCTION .....	28
4.3 MATERIALS AND METHODS .....	30
4.3.1 Cultivation conditions and area preparation .....	30
4.3.2 Experimental design.....	30
4.3.3 Experiment Evaluations .....	31
4.4 RESULTS .....	33
4.5 DISCUSSION .....	36
4.6 REFERENCES.....	40
<b>5. ARTIGO 2 – CULTIVARES DE DIFERENTES ORIGENS E SUBSTRATOS: IMPACTO SOBRE A PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DOS FRUTOS DE MORANGUEIRO</b> .....	53
5.1 RESUMO .....	53
5.2 ABSTRACT.....	53
5.3 INTRODUÇÃO .....	54
5.4 MATERIAL E MÉTODOS .....	55
5.4.1 CONDIÇÕES DE CULTIVO E PREPARO DA ÁREA.....	55
5.4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	56
5.4.3 AVALIAÇÕES REALIZADAS .....	56
5.5 RESULTADOS.....	57
5.6 DISCUSSÃO .....	65

5.7	CONCLUSÕES .....	69
5.8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	70
<b>6.</b>	<b>DISCUSSÃO GERAL .....</b>	<b>75</b>
<b>7.</b>	<b>CONCLUSÕES GERAIS .....</b>	<b>77</b>
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>78</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura do morangueiro possui grande importância econômica e social, principalmente em pequenas propriedades familiares, onde é possível otimizar a área de produção, obtendo elevadas produtividades por hectare, além de absorver a mão-de-obra familiar e contribuir para a permanência no campo, diminuindo o êxodo rural. No Rio Grande do Sul, os produtores rurais familiares buscam na produção de morangos alternativa de diversificação da produção, o que vem levando, de maneira significativa, a uma expansão de áreas cultivadas com o morangueiro.

No Brasil, a cadeia produtiva do morangueiro é considerada uma das mais significativas no setor de horticultura e apresenta importância econômica e social para os agricultores de base familiar (COCCO et al., 2011). Nos últimos anos, tem se expandido a área de produção e produtividade desta pequena fruta pela maior demanda do consumidor, que está em busca de alimentos mais saudáveis e com um maior poder aquisitivo para compra. Além disso, o maior uso de tecnologias empregadas ao sistema de produção, facilita as condições de trabalho dos agricultores, afora proporcionar melhor rentabilidade pela eficiência tecnológica empregada (ANTUNES *et al.*, 2014).

O cultivo em substrato ou semi-hidropônico, é uma das tecnologias que o agricultor vem fazendo uso, a fim de aumentar a produção e o ciclo produtivo das plantas, onde em muitos locais é possível colher frutos o ano todo. Para tanto, o sistema é considerado caro, pois demanda de um alto custo de implantação (ANTUNES *et al.*, 2014).

O substrato para o cultivo do morangueiro serve como sustentação para as plantas, e este deve conter características físicas que ofereçam ao morangueiro condições favoráveis durante o ciclo de produção, dentre as características a porosidade, densidade, retenção de água e nutrientes, além de boa aeração (KÄMPF, 2005)

A escolha do substrato se condiciona como um dos maiores entraves na implantação de um sistema de produção de morangos em semi-hidroponia, uma vez que se apresentam com um elevado custo quando adquiridos comercialmente. Desta maneira, a utilização de substratos alternativos como o uso de resíduos orgânicos pode ser uma alternativa viável economicamente (DIEL et al., 2016).

A disponibilidade de novas cultivares, com produção nas mais variadas condições de solo e clima, ciclo de produção uniforme, resistência às doenças e facilidade na colheita, também contribui para a expansão da cultura do morangueiro (PEREIRA et al., 2013). A escolha da cultivar possui grande importância no sucesso do cultivo do morangueiro, sendo

fator limitante, devido principalmente, às suas exigências em fotoperíodo, número de horas de frio e temperatura, fatores estes, que variam em função do material genético (DUARTE FILHO et al., 2007). Além disso, o tempo para florescimento e início da colheita, produção, qualidade da estão entre as principais características para a escolha de uma determinada cultivar em detrimento de outra (FRANQUÉZ 2008), em determinada região de cultivo.

Um dos principais entraves da cultura do morangueiro no Rio Grande do Sul é a dependência de mudas importadas, produzidas no Chile e na Argentina, ocasionando um problema que é o atraso na entrega das mudas, que nos últimos anos tem se tornado frequente. Os produtores recebem as mudas importadas de maio a julho, retardando o plantio e consequentemente o início da produção. Este fato prejudica produções precoces e fora de época, nos quais os produtores poderiam comercializar o fruto com melhores preços, concentrando grande volume de morango nos meses de outubro e novembro. Existe a possibilidade de produção de morango fora de época utilizando mudas nacionais, propiciando o plantio em março e produção de frutas a partir de junho.

Desta maneira, baseado no exposto acima este trabalho teve como objetivo avaliar a fenologia, a produção e a qualidade dos frutos de cultivares de morangueiro de diferentes origens das mudas cultivadas em diferentes substratos orgânicos.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS DO MORANGUEIRO

O morangueiro, espécie agrícola *Fragaria x ananassa*, pertence à família Rosaceae e, originou-se do cruzamento entre espécies silvestres. Como cultura comercialmente importante, no Brasil, o morango teve maior expansão a partir da década de 60, com cultivares melhoradas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (BLANCO et al., 1997). A planta é de pequeno porte, forma touceiras e emite estolhos que enraízam e formam novas plantas originárias da planta mãe, é perene e cultivada como anual (FILGUEIRA, 2007).

O sistema radicular do morangueiro é superficial, exigente quanto as características químicas e físicas do solo, com pH em torno de 5,3 a 6,2. As raízes originam-se das coroas na forma de um sistema fasciculado, crescendo principalmente nas épocas de dias curtos. Sob condições de dias longos e temperatura elevada ocorre formação de estolões e o desenvolvimento de folhas. (SANHUENZA et al., 2005). As folhas do morangueiro são trifoliadas e originam-se da coroa que apresenta um tecido condutor periférico em espiral nos dois sentidos unido às folhas. Cada folha de morangueiro pode apresentar de 300 a 400 estômatos/mm<sup>2</sup>, sendo esta a principal característica que faz a cultura ser sensível ao déficit hídrico, baixa umidade relativa, temperaturas altas e intensidade e duração da luz (HOFFMANN; BERNARDI, 2006).

O morangueiro possui flores brancas a avermelhadas com cinco pétalas ou mais, que começam a ser emitidas em maio, no Hemisfério Sul, e são renovadas por várias vezes. Seus frutos são formados por um receptáculo carnoso oval, vermelho, suculento, onde estão inseridos os verdadeiros frutos, chamado aquênios (GARGARO, 2009), constituindo um pseudofruto. A polinização do morangueiro é por anemofilia e entomofilia, sendo que em condições naturais, geralmente a polinização é deficiente, neste caso originam frutos deformados. Em dias curtos e temperaturas baixas ocorre indução floral, já a frutificação ocorre em dias longos e temperaturas amenas (SANHUENZA et al., 2005)

Após o plantio das mudas, cerca de 60 a 80 dias, tem início o período produtivo, que se estende até meados de dezembro, para cultivares de dias curto e para cultivares de dias neutro, podendo ser explorada durante duas safras, no entanto, a renovação da cultura anualmente é mais vantajosa. A colheita do fruto deve ser realizada quando 75% da superfície do fruto atingir coloração vermelha, não colhendo aqueles que apresenta menos de 50% da superfície vermelha pela elevada acidez do fruto (FILGUEIRA, 2007).

## 2.2 IMPORTÂNCIA ECONÔMICA DO MORANGUEIRO

O morango é uma cultura pertencente ao grupo das pequenas frutas, sendo produzido e apreciado nas mais diversas regiões do mundo, devido ao seu aspecto atraente e seu sabor diferenciado, possuindo mercado garantido nas principais economias mundiais. Os principais países produtores são a China, Estados Unidos, Espanha e Japão (FAOSTAT, 2016).

Estima-se que 90% da produção nacional de morango é destinada para a comercialização in natura e o restante seja utilizado no processamento industrial (ANTUNES; REISSER JUNIOR, 2007). O Brasil produziu em 2013 cerca de 3200 toneladas de morango (FAOSTAT, 2016), distribuídos nos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, São Paulo, Espírito Santo, Distrito Federal, Bahia e Ceará.

O maior produtor nacional é o Estado de Minas Gerais, o qual tem na região de Pouso Alegre, situada no Sul do Estado, o principal produtor de morangos do país. O segundo produtor, é o Estado de São Paulo, nos municípios de Suzano e Itaquera, expandindo-se após, para Jundiaí e mais tarde para Piedade e Atibaia (MADAIL et al, 2005).

No Rio Grande do Sul as maiores produções concentram-se no Vale do Caí e na Serra Gaúcha, onde têm elevada importância econômica, sendo cultura tradicional da região, onde apresenta elevada rentabilidade, aceitação pelo consumidor e pela diversidade de opções de comercialização e processamento do morango (SANHUENZA et al., 2005).

A cultura do morangueiro possui grande importância econômica e social, principalmente em pequenas propriedades familiares, como forma de agregação de valor à propriedade obtendo grandes produtividades por hectare, além disso, este sistema permite a permanência da família no campo por absorver a mão-de-obra familiar.

## 2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM A FENOLOGIA DO MORANGUEIRO

As variáveis que controlam a fenologia de um cultivo são a data do plantio, a fotoperíodo, a temperatura, a umidade relativa do ar, o componente genético e o manejo da planta (DIAS et al., 2014).

Para a cultura do morangueiro, o principal fator limitante é a temperatura, pois afeta o desenvolvimento vegetativo, a produção e a qualidade da fruta (SERÇE e HANCOCK, 2005).

Temperaturas do ar críticas para a cultura podem comprometer a floração, quando acima de 25° C, a diferenciação floral da cultura do morangueiro é inibida e acima de 32° ocorrem abortos florais (BRAZANTI, 1989). Da mesma forma, altas temperaturas, déficit

hídrico e baixa radiação solar causam abscisão floral reduzindo o número de frutos (WANG; CAMP, 2000).

Baixas temperaturas são necessárias para que haja indução floral na planta de morangueiro, ocorrendo desta maneira florescimento abundante, além disso, o fotoperíodo atua na diferenciação do meristema vegetativo para o floral (LIETEN, 2005).

No mercado há disponível cultivares de dias curtos, que são as sensíveis ao fotoperíodo e as cultivares de dias neutros as quais são indiferentes ao fotoperíodo e variações de luminosidade e têm o florescimento induzido durante o ano todo, sempre que as temperaturas estejam menores que 27-28°C (COCCO, 2010). O desenvolvimento vegetativo é favorecido em períodos de dias longos, onde há inibição do florescimento e estímulo da emissão de estolhos. No início do outono, quando ocorre o transplante das mudas, o fotoperíodo ainda é longo, sendo favorável para o desenvolvimento vegetativo inicial; quando o comprimento dos dias diminui e a temperatura do ar decresce, ocorre estímulos para a floração; quando os dias voltam a alongar-se e a temperatura do ar a elevar-se ocorre emissão de estolhos, sessando a produção de frutos (HEIDE et al., 2013). As cultivares de dias neutro produzem flores e frutas durante todo o ano, desde que as temperaturas estejam abaixo de 22°C (LARSON, 1994), porque são menos sensíveis a altas temperaturas do que as cultivares de dias curtos. Para o morangueiro o número de horas e a intensidade de luz são fatores que interferem na produção, pois estimulam a diferenciação floral em cultivares de dias curtos, além de ser necessária para a produção de fotoassimilados para o crescimento vegetativo e desenvolvimento de frutos (YANAGI et al, 1996). De acordo com ROSA et al., (2013) a cultura apresenta maior produção de massa fresca de frutos por área foliar em plantios no início do período recomendado. A radiação solar influencia a produção de matéria seca na coroa, raízes, folhas e estolões, proporcionando acúmulo de substâncias de reserva (VERDIAL et al., 2009).

## 2.4 QUALIDADE E ORIGEM DAS MUDAS

As mudas constituem um dos fatores fundamentais para a obtenção de frutas de qualidade, sendo que devem apresentar alta qualidade genética e sanitária, diminuindo assim os riscos fitossanitários ao qual o morangueiro está submetido (ANTUNES; DUARTE FILHO, 2005).

Segundo Antunes e Peres (2013), a produção nacional de mudas de morangueiro não atinge a qualidade e nem a quantidade necessária para atender a demanda dos produtores das



principais regiões produtoras do país. Consequentemente, a maior parte das mudas utilizadas no Rio Grande do Sul são importadas do Chile e da Argentina. Esta prática torna o produtor dependente da muda importada, dependência que traz consigo um problema que é a impossibilidade de um planejamento das atividades devido aos atrasos na entrega das mudas, que nos últimos anos tem se tornado frequente. Este atraso retarda o plantio e por consequência o início da produção, não permitindo a obtenção de produções precoces e concentrando o período produtivo em determinados meses do ano, pois a produção se concentra no período em que há elevada oferta de morango no mercado, ocasionando redução dos preços pagos aos produtores em função da elevada oferta de produto no mercado (RESENDE et al., 2010; COCCO, 2014).

No estado do Rio Grande do Sul, os principais entraves à produção de mudas são a falta de qualidade fisiológica e sanitária, e relacionados ao acúmulo de frio durante a época de produção das mudas (ANDRIOLO, 2007). A produção de mudas no estado possibilitaria o plantio das mudas mais cedo, proporcionando maior rentabilidade ao produtor no período onde a oferta do fruto é escasso (COCCO et al., 2011).

A produção de mudas constitui-se um dos fatores mais importantes para a produção do morangueiro, pois com o acúmulo de problemas fitossanitários de um ano de cultivo para outro, obriga os produtores a renovar anualmente as mudas, para que não ocorra redução na produtividade. Esta prática encarece o sistema de produção, podendo representar até 24% do custo anual de produção (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2006).

## 2.5 PRINCIPAIS CULTIVARES DE MORANGUEIRO

Um dos fatores determinantes para o sucesso de uma lavoura de morangueiro é a escolha da cultivar a ser utilizada. A produtividade, a qualidade do fruto e a distribuição da produção durante o ciclo de cultivo são aspectos fundamentais a serem considerados no momento da escolha da cultivar (GIMENEZ, 2007).

As cultivares de morangueiro são classificadas quanto à resposta fotoperiódica em cultivares de dia curto, dia neutro e dia longo. No Brasil, predomina a utilização de cultivares de dias curtos, ou seja, aquelas em que as plantas diferenciam suas gemas florais quando decresce o fotoperíodo e diminui a temperatura. No entanto, o cenário vem mudado e, verifica-se um aumento no cultivo de cultivares insensíveis ao fotoperíodo ou de dias neutro, ou seja, plantas diferenciam suas gemas com interferência apenas da temperatura (DIAS et al., 2014), porque possibilitam a produção até final de fevereiro, principalmente quando

cultivadas em ambiente protegido. A produção comercial de morango no Rio Grande do Sul é feita principalmente com as cultivares Oso Grande e Camarosa de dias curtos, e Albion e Aromas de dias neutros (ANTUNES; PERES, 2013).

O aumento do período produtivo do morangueiro pode ser conseguido com a escolha correta de cultivares, pois a introdução de cultivares de dias neutros permite a produção na entressafra (OTTO et al, 2009), e a precocidade da colheita pode ser obtida com as cultivares de dias curto, possibilitando ao agricultor obter maiores rendimentos (CONTI et al, 2002).

A cultivar Albion é de dias neutro e originária da Califórnia. Possui elevado rendimento e qualidade dos frutos, além de vantagens na aparência geral, sabor e conservação pós colheita. Sua coloração é vermelha intensa e possui boa resistência a doenças como a antracnose. Exigente em fertilização (VIDAL, 2009). A cultivar Camarosa também é originária da Universidade da Califórnia, no entanto é de dias curto, destinada para mesa, possui frutos grande de epiderme vermelha, precoce, sendo resistente ao transporte (BERNARDI, 2005).

A combinação de ambientes de cultivo, buscando proporcionar condições mais favoráveis às plantas, bem como a escolha de cultivares, torna-se uma ferramenta para aumentar a produtividade da cultura do morangueiro.

## 2.6 SUBSTRATOS

A migração do cultivo tradicional do morangueiro para sistemas fora do solo vem sendo motivado pela necessidade de rotação de culturas no cultivo no solo, aliada a maior conscientização do produtor quanto ao risco do uso indiscriminado de defensivos agrícolas (BORTOLOZZO et al., 2007). A dificuldade ergonômica em manejar a cultura rente ao solo também exerce grande influência para essa migração (ANDRIOLO et al., 2009), pois interfere, diretamente, na saúde do trabalhador envolvido diariamente com a cultura (GODOI et al., 2009).

No sistema de cultivo fora do solo, há a necessidade de utilização de substratos como meio de crescimento para as plantas. Este substrato deve apresentar boa qualidade a fim de proporcionar o bom desenvolvimento das plantas (MEDEIROS, 2008), além da possibilidade de se aumentar a densidade de plantas e conseqüentemente a produtividade (GIMENEZ et al., 2008).

Substrato é todo material utilizado para servir de suporte para o desenvolvimento de plantas, podendo ser compreendido não apenas como base física, mas também como fornecedor de água e nutrientes para a planta (PASQUAL et al., 2001).

Para que o substrato sirva de base física para as plantas ele deve apresentar características adequadas de sustentação, possuir boas características de aeração, permeabilidade, poder de tamponamento de pH, ser resistente a decomposição, possuir boa sanidade (KÄMPF, 2005), ter elevada capacidade de retenção de água, tornando-a facilmente disponível.

A densidade do substrato é outra importante característica a ser considerada, pois quanto maior seu valor, maior as limitações no crescimento das plantas. Os valores mais aceitáveis de densidade são para uso em vasos de até 15 cm de altura de 200 a 400 kg/m<sup>-3</sup>, para vasos com 20 a 30 cm de altura a densidade varia de 300 a 500 kg/m<sup>-3</sup> (KÄMPF, 2005).

A granulometria do substrato, ou proporções entre macro e microporosidade permite sua melhor adaptação às situações de cultivo. O espaço de aeração é o volume de macroporos preenchidos com ar, em condições de saturação hídrica e após livre drenagem, e a água disponível se refere aos microporos preenchidos com água (FERMINO, 2002), e todo o volume liberado sob baixas tensões (entre 10 e 100 hPa), a umidade que permanece no substrato é chamada de água remanescente (na tensão de 100 hPa). Um substrato ideal deve ter 85% de seu volume em poros (KÄMPF, 2005).

No mercado existem variados tipos de substratos, estes podem ser de origem orgânica e mineral ou suas misturas. Dentre os substratos de origem mineral, a vermiculita expandida é muito utilizada, esta é de ocorrência natural e possui estrutura da mica, é estéril e inerte, com pH neutro, sendo necessário a realização de fertirrigação durante a sua utilização, pode-se encontrar no mercado diferentes granulometrias que são utilizadas para diferentes fins (DUARTE, 2009).

Dentre os substratos de origem orgânica, são utilizados esterco bovino, cama de frango, estes estimulam o desenvolvimento de microrganismos benéficos, possuem boa capacidade de retenção de água e de nutrientes, aumentando a disponibilidade de nutrientes para a muda (WENDLING; GATTO, 2002).

O Brasil, produz cerca de 30 mil toneladas de substrato comercial por mês, sendo que esta quantidade deve triplicar nos próximos anos, pois seu uso vem aumentando consideravelmente, além da possibilidade de exportação (MINAMI; SALVADOR, 2010). Assim, o uso de resíduos disponíveis regionalmente pode minimizar o impacto ambiental causado pelo descarte de resíduos urbanos e industriais, além de serem utilizados como fontes

alternativas para a composição de substratos. Alguns trabalhos já foram realizados buscando algumas alternativas como por exemplo fibra de coco e pó de rocha (SAMPAIO et al., 2008), pó de basalto e casca de arroz carbonizada (COSTA et al., 2014) casca de arroz queimada e bagaço de cana-de-açúcar (DIEL et al., 2016)

A casca de arroz carbonizada tem sido muito utilizada como substratos na semi-hidroponia, pois apresenta características físicas favoráveis para o bom desenvolvimento das plantas, contribuindo para a retenção de nutrientes, boa aeração e resistência a decomposição, podendo ser reutilizada quando não contaminada com doenças no primeiro cultivo (MELLO et al, 2006). A utilização da casca de arroz queimada (diferente da casca de arroz carbonizada) também vem sendo utilizada como substrato (DIEL et al., 2016), esta é oriunda de indústrias termelétricas que queimam casca de arroz para a geração de energia.

O bagaço de cana de açúcar vem sendo utilizado com vistas a diminuir custos de produção. Esta, do ponto de vista físico, apresenta boa estabilidade de partícula, que é uma característica desejável em substratos para plantas (SILVA et al., 2008). Muitos são os resíduos orgânicos que vêm sendo utilizados para usos como substratos agrícolas, estes geralmente em misturas, onde se busca o aperfeiçoamento das características físicas para um bom substrato.

A necessidade de caracterizar produtos encontrados nas diferentes regiões do país e torná-los disponíveis como substratos agrícolas é fundamental para reduzir os custos da produção, principalmente quando há possibilidade do produtor utilizar resíduos provenientes da propriedade.

## 2.7 PRODUÇÃO QUALIDADE DOS FRUTOS

Uma característica fundamental em morangueiro é a produção total, e esta, está relacionada com o tamanho dos frutos colhidos, que além de ser uma característica exigida pelo mercado consumidor, facilita a colheita e a embalagem, além de possui maior valor de mercado aumentando assim a lucratividade (CONTI et al, 2002).

As cultivares de morangueiro diferem-se quanto à sua adaptação, ou seja, uma cultivar que se desenvolve satisfatoriamente em uma região, pode não apresentar o mesmo desempenho em outras condições ambientais, sendo necessário o estudo destas para o melhor desempenho produtivo no campo (MENDONÇA et al., 2011).

As características químicas e físicas são influenciadas pelas características genéticas e ambientais, qualidade sanitária das mudas e do próprio manejo durante o ciclo da cultura

(LARCHER, 2005), assim como a adubação é um fator que interfere na produção e qualidade dos frutos (OTTO et al, 2009). Desta forma, o ambiente de produção deve ser analisado como um todo, pois menores produtividades, massa média e teor de sólidos solúveis, são observados em ocasiões em que ocorre molhamento da parte aérea, fator que contribui para o desenvolvimento de doenças, além de reduzir a taxa de fertilidade das flores pela lavagem do pólen das inflorescências (DUARTE FILHO et al., 2007).

A qualidade nutricional dos frutos do morangueiro está relacionada com a presença de açúcares solúveis, ácidos orgânicos, aminoácidos e alguns metabólitos secundários. As propriedades químicas, físicas e o teor de compostos bioativos das frutas são influenciados por fatores genéticos e ambientais (COCCO, 2015).

As qualidades físicas e químicas dos frutos são importantes, uma vez que o mercado consumidor é exigente. Características como forma do fruto, teor de sólidos solúveis totais, acidez, textura, firmeza e cor são característica de interesse para frutos comercializados *in natura* (CONTI et al, 2012).

A determinação da acidez dos frutos é importante na definição da finalidade de uso das cultivares. Quanto mais ácido for o fruto são destinado para uso industrial (PASSOS, 1982), enquanto que os frutos pouco ácidos são preferidos pelo mercado *in natura*. Assim, torna-se necessário o desenvolvimento de cultivares com características que atendam às exigências para uso industrial e consumo *in natura* (CONTI, 2002).

O teor de sólidos solúveis encontrado nos frutos também é característica preferida pelos consumidores do mercado *in natura* (CONTI, 2002), e esta é influenciada pela temperatura, que facilita a síntese de compostos secundários, e permite que a planta acumule maiores concentrações de açúcares solúveis (RESENDE et al, 2010).

Desta maneira, a utilização de cultivares de elevada produtividade e qualidade em combinação ao sistema de cultivo semi-hidropônico, proporciona melhores condições de desenvolvimento às plantas, torna-se uma ferramenta para aumentar a produtividade da cultura do morangueiro (RADIN et al, 2011).

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRIOLO, J. L. **Seminário sobre o Cultivo hidropônico do Morangueiro**. Santa Maria: UFSM, Departamento de Fitotecnia, 2007.
- ANDRIOLO, J. L. JÄNISCH D. I.; SCHMITT, O. J.; VAZ, M. A. B; CARDOSO, F. L.; ERPEN, L. Concentração da solução nutritiva no crescimento da planta, na produtividade e na qualidade de frutas do morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, p.684-690, 2009.
- ANTUNES, L. E. C.; VIGNOLO, G. K.; GONÇALVES, M. A. Morango mostra tendência de crescimento de mercado. In: **Campo & Negócios**, Anuário HF p.54-57, 2014.
- ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, J. Sistema de produção do morango. In: SANTOS, A. M. et al. Sistemas de produção. Pelotas: EMBRAPA CT, 2005. Disponível em:< <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/cap01.htm>>. Acesso em: 04 abr. 2015.
- ANTUNES, L. E. C.; PERES, N. A. Strawberry Production in Brazil and South America. **International Journal of Fruit Science**, v. 13, n. 1-2, 2013.
- ANTUNES, L. E. C.; REISSER JÚNIOR, C. Produção de morangos. **Jornal da Fruta**, v. 15, n. 191, p. 22-24, 2007.
- ASSIS, A.M.; FARIA, R.T.; UNEMOTO, L.K.; COLOMBO, L.A.; LONE, A.B. Aclimatização de bastão-do-imperador (*Etilingera elatior*) em substratos à base de coco. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.31, p.43-47, 2009
- BLANCO, M. C. S. G. GROPPA, G. A. NETO, J. T. Morango (*Fragaria x ananassa* Duch) In: **Manual Técnico das Culturas**. 2ªed. Campinas, 1997.
- BORTOLOZZO, A. R.; SANHUEZA, R. M. V.; MELO, G. W. B. de; KOVALESKI, A.; BERNARDI, J.; HOFFMANN, A.; BOTTON, M.; FREIRE, J. M. de; BRAGHINI, L. C.; VARGAS, L.; CALEGARIO, F. F.; FERLA, N. J. Produção de morangos no sistema semi-hidropônico. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. 24 p. (Embrapa Uva e Vinho. Circular técnica, 62).
- BRAZANTIE, C. 1989. **La Fresa**. Madri: Mundiprensa. 386p.
- CAMARGO, L. K. P.; RESENDE, J. T. V. DE; GALVÃO, A. G.; CAMARGO, C. K.; BAIER, J. E. Desempenho produtivo e massa média de frutos de morangueiro obtidos de diferentes sistemas de cultivo. **Ambiência**, Guarapuava, v.6, p.281-288, 2010.
- COCCO, C.; MAGNANI, S.; MALTONI, M. L.; QUACQUARELLI, I.; CACCHI, M.; ANTUNES, L. E. C.; DANTUONO, L. F.; FAEDI, W.; BARUZZI, G. Effects of site and genotype on strawberry fruits quality traits and bioactive compounds. **Journal of Berry Research**, Amsterdam, v. 5, p. 145-155, 2015.
- COCCO, C. **Qualidade fisiológica das mudas na produção de frutas do morangueiro**. 48f. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2010.

COCCO, C.; ANDRIOLO, J. L.; CARDOSO, F. L.; ERPEN, L.; SCHMITT, O. J. Crown size and transplant type on the strawberry yield. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.8, p. 489-493, 2011.

COCCO, Carine. **Produção e qualidade de mudas e frutas de morangueiro no Brasil e na Itália**. 2014. 124f. Tese (Programa de Pós-Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

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

DIAS, M. S. C.; PÁDUA, J. G.; SILVA, A. F.; LONDE, L. N.; REIS, J. B. R. S.; JESUS, A. M. Cultivares. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 35, n. 279, p. 39-47, 2014.

DIEL, M. I.; VALERA, O. V. S.; ORTIGRA, C.; PINHEIRO, M. V. M.; PRETTO, M. M.; FONTANA, D. C.; HOLZ, E.; WERNER, A.; SCHMIDT, D.; CARON, B. O., STOLZLE, J. Agro industrial waste: alternative sources of substrates for the production of lettuce seedlings. **International Journal of Current Research**, V. 8, p.34671-34675, 2016.

DUARTE, A. L.; SCHÖFFEL, E. R.; MENDEZ, M. E. G.; SCHALLENBERGER, E. Alterações na temperatura do ar mediante telas nas laterais de ambientes protegidos cultivados com tomateiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, p.148–153, 2011.

DUARTE FILHO J; ANTUNES LEC; PÁDUA JG. 2007. Morango: conquistando novas fronteiras. *Informe Agropecuário* 26: 20-23

DUARTE, T. S. **Produção de mudas**. In: SANTOS, O. S. Hidroponia. Santa Maria: UFSM/Colégio Politécnico, 2009. 392 p.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations- Produccion-Cultivos/Fresas. Disponível em:< <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/S>>. Acesso em: 29 de março de 2016.

FERMINO, M.H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: FURLANI, A.M.C et al. (Coords.). **Caracterização, manejo e qualidade de substratos para a produção de plantas**. Instituto Agrônômico, Campinas, p.29-37. 2002.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3ªed. Viçosa, Ed. UFV, 421p. il., 2007.

FRANQUEZ, G. G. **Seleção e multiplicação de clones de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2008. 122p.

GARGARO, A. **Trasformazione genetica e flusso genico in fragola: ereditarietà ed espressione dei transgeni**. (Tese de Doutorado), Corso di Dottorato di Ricerca in Ortoflorofruitticoltura. Università Degli Studi Della Tuscia, 126p., 2009.

GUERRINI, A. I; TRIGUEIRO R. M. Atributos físicos e químicos de substratos compostos por bio sólidos e casca de arroz carbonizada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, p.1069-1076, 2004.

GIMENEZ, G. Desenvolvimento de novas cultivares de morangueiro. In: SEMINÁRIO SOBRE O CULTIVO HIDRÔNICO DE MORANGUEIRO, Santa Maria, RS. **Proceedings...** Santa Maria: UFSM, p. 18-29, 2007.

GIMENEZ G; ANDRIOLO J; GODOI R. Cultivo sem solo do morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, p. 273-279, 2008.

GODOI, R. S.; ANDRIOLO, J. L.; FRANQUEZ, G. G.; JANISCH, D. J.; CARDOSO, F. L.; VAZ, M. A. B. Produção e qualidade do morangueiro em sistemas fechados de cultivo sem solo com emprego de substratos. **Ciência Rural**, v. 39, n. 4, p. 1039-1044, 2009.

HEIDE, O. M.; STAVANG, J.A.; SONSTEBY, A. Physiology and genetics of flowering in cultivated and wild strawberries – a review. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Londres, v. 88, p. 1–18, 2013.

HOFFMANN, A.; BERNARDI, J. Produção de morangos no Sistema Semi-Hidropônico. Embrapa Uva e Vinho. **Sistemas de Produção**, 15. Versão Eletrônica 2006. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemiHidroponico/mudas.htm>>. Acesso em 12 de maio de 2016.

KWON, Y.J.; SAEED, S. Effect of temperature on the foraging activity of *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) on greenhouse hot pepper (*Capsicum annuum* L.). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v.38, p.275-280, 2003.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. Ed. Rima, 2005. 550p.

LARSON, K. D. Strawberry. In: SCHAFFER, B.; ANDERSON, P. C. **Handbook of Environmental Physiology of Fruit Crops. Temperature crops**, 1994. p. 271-297. CRC Press, Boca Raton.

LIETEN, P. Strawberry production in central Europe. **International Journal of Fruit Science**, Reino Unido, v. 5, p. 91-105, 2005.

MADAIL, J. C. M. et al. **Sistema de produção do morango**. 2005. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/cap15.htm> Acesso em: 29 mar. 2015.

MELO G. W. B.; BORTOLOZZO, A. R.; VARGAS, L. Produção de Morangos no sistema semi-hidroponico. 2008. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemiHidroponico/substratos.htm>. Acesso em: 20 jul. 2015

MINAMI, K.; SALVADOR, E. D. **Substrato para Plantas**. Piracicaba, SP: Degaspari, 2010.



OLIVEIRA, R. P. SCIVITTARO, W.B.; FINKENAUER, D. Produção de morangueiro da cv. Camino Real em sistema de túnel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, p. 681-684, 2008.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Desempenho produtivo de mudas nacionais e importadas de morangueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, p. 520-522, 2006.

PASSOS, F.A. **Caracterização de clones nacionais e introduzidos de morangueiro (Fragaria x ananassa Duch.), visando o uso imediato na horticultura e o melhoramento genético.** 1982, 116p. Dissertação (Mestrado). ESALQ, USP, Piracicaba, SP, 1982.

PASQUAL, M.; CHALFUN, N.N.J.; RAMOS, J.D.; VALE, M.R. do; SILVA, C.R. **Fruticultura Comercial: propagação de plantas frutíferas.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 137p.

PERTUZÉ, R.; BARRUETO, M.; DIAZ, V.; GAMARDELLA, M. Evaluation of strawberry nursery management techniques to improve quality of plants. **Acta Horticulturae**, Amsterdam, v. 708, p. 245-248, 2006.

RADIN B. LISBOA, B. B.; WITTER, S.; BARNI, V.; REISSER JUNIOR, C.; MATZENAUER, R.; FERMINO, M. H. Desempenho de quatro cultivares de morangueiro em duas regiões eco climáticas do Rio Grande do Sul. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.29, p. 287-291, 2011.

RESENDE J. T. V.; MORALES, R. G. F.; FARIA, M. V.; RISSINI, A. L. L.; CAMARGO, L. K. P.; CAMARGO, C.K. Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 185-189, 2010.

ROSA, D. D.; SILVA, D. F. DA; VILLA, F.; BUENO, T. F.; CORBARI, F.; LUCINI, J. Qualidade de frutos de morangueiro sob diferentes condições de sombreamento e tipo de mulching no oeste do Paraná. **Scientia Agraria Paranaensis**, Marechal Cândido Rondon, v.13, p.126-132, 2014.

ROSA, H. T.; STRECK, N.; WALTER, L. C.; ANDRIOLO, J. L.; SILVA, M. R. Crescimento vegetativo e produtivo de duas cultivares de morango sob épocas de plantio em ambiente subtropical. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, p. 604-613, 2013.

SAMPAIO, R.A.; RAMOS, S.J.; GUILHERME, D.O.; COSTA, C.A.D.; FERNANDES, L.A. Produção de mudas de tomateiro em substratos contendo fibra de coco e pó de rocha. **Horticultura Brasileira**, v.26, p.499-503, 2008.

SANHUEZA, R.M.V.; HOFFMANN, A.; ANTUNES, L. E. C.; FREIRE, J. M. Sistema de produção de morango para mesa na Região da Serra Gaúcha e Encosta Superior do Nordeste. 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MesaSerraGaucha/importancia.htm>> Acesso em: 20 mar. 2015.

SANHUEZA, R.M.V. Produção de morangos no sistema semi-hidropônico. In.: Seminário Brasileiro de pequenas Frutas. Vacaria, 2007. Anais: IV Seminário Brasileiro sobre pequenas frutas. Bento Gonçalves, 2007.71 p.

SERÇE, S.; HANCOCK, J. F. The temperature and photoperiod regulation of flowering and runnering in the strawberries, *Fragaria chiloensis*, *F. virginiana* and *F.x ananassa*. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 103, p.167-177, 2005.

SILVA, D. S. et al. Características físicas do bagaço de cana-de-açúcar para uso como substrato para plantas. In: Anais, In: XX Congresso Brasileiro de Fruticultura e 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture, 2008, Vitória - ES. 2008.

WANG, S. Y; CAMP, M. J. Temperatures after bloom affect plant growth and fruit quality of strawberry. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v.85, p. 183-199, 2000.

WENDLING, I.; GATTO, A. Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas. Viçosa: Aprenda Fácil. 2002.

VERDIAL, M. F.et al. Fisiologia de mudas de morangueiro produzidas em sistema convencional e em vasos suspensos. *Revista Brasileira Fruticultura*, Jaboticabal, v. 31, p. 524-531, 2009.

YANAGI, T.; OKAMOTO, K.; TAKITA, S. Effect of blue and red light intensity on photosynthetic rate of strawberry leaves. *Acta Horticulturae*, Brismani, v.440, p.371-6, 1996.

**4. ARTIGO 1: PHYLLOCHRON AND PHENOLOGY OF STRAWBERRY CULTIVARS FROM DIFFERENT ORIGINS CULTIVATED IN ORGANIC SUBTRACTS**

Submetido para o periódico: Scientia Horticulturae

Situação: em avaliação

## **PHYLLOCHRON AND PHENOLOGY OF STRAWBERRY CULTIVARS FROM DIFFERENT ORIGINS CULTIVATED IN ORGANIC SUBSTRACTS**

Maria Inês Diel<sup>1</sup>, Denise Schmidt<sup>2</sup>, Marcos Vinicius Marques Pinheiro<sup>3</sup>, Carine Cocco<sup>4</sup>, Daniele Cristina Fontana<sup>5</sup>, Braulio Otomar Caron<sup>6</sup>, Gizelli Moiano de Paula<sup>7</sup>, Matheus Millani Pretto<sup>8</sup>, Leonardo Antônio Thiesen<sup>9</sup>.

<sup>1</sup> Master in Agronomy: Agriculture and Environment - Federal University of Santa Maria, Brazil. E-mail: mariaines.diel@hotmail.com

<sup>2</sup> Doctor in Agronomy- Federal University of Santa Maria, Brazil. E-mail: denise@ufsm.br

<sup>3</sup> Post doctorate in agronomy - Federal University of Santa Maria, Brazil. Author for correspondence, E-mail: macvini@gmail.com

<sup>4</sup> Doctor in temperate fruit growing - University of Caxias do Sul, Brazil E-mail: carinecocco@yahoo.com.br

<sup>5</sup> Master in Agronomy: Agriculture and Environment - Federal University of Santa Maria, Brazil. E-mail: daani\_fontana@hotmail.com

<sup>6</sup> Doctor in Agronomy- Federal University of Santa Maria, Brazil. E-mail: otomarcaron@yahoo.com.br

<sup>7</sup> Doctor in Agronomy- Federal University of Santa Maria, Brazil. E-mail: gizellidepaula@gmail.com

<sup>8</sup> Graduate in agronomy - Federal University of Santa Maria, Brazil. E-mail: matheusmilani18@hotmail.com

<sup>9</sup> Graduate in agronomy - Federal University of Santa Maria, Brazil. E-mail: thiesen07@hotmail.com

### **4.1 ABSTRACT**

In the semi-hydroponic system, one of the main difficulties of the strawberry crop is to obtain substrates with good physical characteristics that can provide the plant adequate development. Thus, the aim of this study was to evaluate the phyllochron and the phenological development of strawberry cultivars from different origins, being cultivated in a semi-hydroponic system with mixes of organic substrate. The experiment was conducted in Frederico Westphalen/Brazil during the 2015 crop year, with randomized blocks and in a

2x2x4 factorial, with two cultivars (Albion and Camarosa), two origins (National and Imported) and four substrates mixes: crushed sugar cane residue (70%) + organic compost (30%), crushed sugar cane residue (70%) + commercial substrate - Carolina (30%), burnt rice husk (70%) + organic compost (30%) and burnt rice husk (70%) + commercial substrate – Carolina (30%). It was possible to observe differences between cultivars, seedlings origin and substrate, for all evaluated variables. The Camarosa cultivar, regardless the origin, required less thermal accumulation for leaf emission. The Albion imported was earlier when compared to other treatments for the reproductive period. The best substrate for strawberry cultivation was the mixture of burnt rice husk + organic compost.

**Keywords:** *Fragaria x ananassa*; Leaves emission; Flowering; Fruiting, Development.

## 4.2 INTRODUCTION

The strawberry (*Fragaria x ananassa*) is a crop with a high social and economic importance. In 2013, the Brazilian production was 3200 tons of the fruit, being distributed between the states of Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, São Paulo, Federal District, Bahia and Ceará. Worldwide, the main producers are China, United States of America, Spain and Japan (FAOSTAT, 2016).

The semi-hydroponic cultivation of the crop has been gaining space in relation to the conventional system in the soil, since it facilitates the management and crop treatments, favoring the factors related to fruit production and quality. The yield can increase with the optimization of the crop area, with higher number of plants per m<sup>2</sup> and with the complete supply of all nutritional needs of the plant, since the substrate is inert and the fertilization is realized by fertigation (Andriolo, 2007; Gimenez et al. 2008). Between the main advantages of the semi-hydroponic system, the protected cultivation stands out, being the most efficient way to overcome climatic activities, such as frost, strong winds, hail, rains and solar radiation

(Andriolo, 2007; Singh et al. 2012). Besides this, this system reduce the incidence of plant diseases, since it reduce the microclimate that favors the plant pathogen grown, normally observed in a conventional system of cultivation (Mendonça et al. 2012).

The air temperature and the photoperiod are essential for the crop development and yield, since it can directly affect de vegetative grow, the fruit production and quality (Serçe & Hancock, 2005); the temperature acts as a regulator of the plant physiological process which can directly influence the plant development. For ideal conditions of air temperature, for most of the plants, the development stages are not negatively affected; in thermal stress conditions, for example, the plant survival can be negatively compromised (Bahuguna & Jagadish, 2015).

For example, for the ideal strawberry cultivation, the most favorable temperatures are from 20 to 26°C during the day; and 15°C at night (Verdial et al. 2009). Between the plant development processes that can be influenced by temperature, the number of leaves, when integrated to time, can promote the leaf emission speed, known as phyllochron (Hermes, 2001; Streck et al. 2003). Thus, the most used time unity for phyllochron is the thermal sum, that consider the air temperature effect on plant development (Streck et al. 2005).

The leaf emission index was already studied for different strawberries cultivars (Walter et al. 2009; Rosa et al. 2013; Costa et al. 2014; Tazzo et al. 2015). Thus, it is necessary the identification of the performance of different systems and crop sites (Mendonça et al. 2012), as well as the influence of the local that the seedlings were produced and the different substrates that can be used in a semi-hydroponic system on strawberry cultivars.

In this way, the aim of this study was to evaluate the phonologic development and the phyllocron of strawberry cultivars from different origins, being cultivated in a semi-hydroponic system with organic substrates mixes.

## 4.3 MATERIALS AND METHODS

### 4.3.1 Cultivation conditions and area preparation

The experiment was conducted at the Federal University of Santa Maria, campus Frederico Westphalen/Brazil, situated at 27° 23' S, 53° 25' O and 493 m of altitude. The climate of the region is classified as Cfa, according to Köppen classification, being subtropical humid, with characteristics of rainy subtropical, with mean for annual precipitation of 1800mm, well distributed throughout the year, and subtropical for thermic consideration (Alvares et al. 2013).

A semi-hydroponic system was used inside galvanized steel greenhouses, with semi-circular ceiling, with 20 meters of length, 10 meters width and 3.5m of height, arranged in a north-south direction. The strawberry seedlings were transplanted for white tubular plastic bags with 150 microns of thickness, which were maintained in wood benches 0.8 meters above the soil.

The irrigation was realized in a dipping system, located inside the plastic bags composed of dripping tubes spaced 0.1 meters apart. Fertigation was performed according to formula developed by Embrapa (2014).

### 4.3.2 Experimental design

The experiment was realized in a randomized blocks design in a 2x2x4 factorial scheme, with two cultivars (Albion - neutral days, and Camarosa - short days), two seedlings origins (National and Imported) and four evaluated substrates [S1: crushed sugar cane residue (70%) + organic compost (30%), S2: crushed sugar cane residue (70%) + commercial substrate - Carolina (30%), S3: burnt rice husk (70%) + organic compost (30%) and S4: burnt rice husk (70%) + commercial substrate - Carolina (30%)], totaling 16 treatments, with four blocks per treatment and the experimental unity composed by eight plants/block.

Prior to planting, the substrate was washed in order to make it chemically inert. The seedlings of National origin came from Agudo municipality, situated on the basaltic slope of the Rio Grande do Sul state, between the Central Depression and the Middle Plateau, whose geographic coordinates are 29°62'S and 53°22'O and 83 meters altitude. The imported seedlings came from Argentina, produced by Patagonia Agrícola SA, located in the municipality of El Maitén, whose geographical coordinates are 42°3 'S 71°10' W, with 720 meters of altitude. The cultivars Albion (Nacional) and Camarosa (National and Imported) were transplanted on May 26, 2015. The cultivar Albion imported was transplanted on June 8, 2015. The experiment was conducted from May to September, 2015.

#### 4.3.3 Experiment Evaluations

The physical analysis of the substrates was realized in laboratory and also the following variables: phyllochron, number of days for the beginning of flowering (NDIF), number of days for full flowering (NDPF) and number of days for harvest (NDIC); accumulated thermal sum for the beginning of the flowering (STaIF), for the flowering (STaPF) and for the harvest (STaIC).

For the phyllochron determination, the number of leaves were counted (NF) on every three days, since the beginning of leaf emission until the second flowering, period that the plant issues the second flower (Mendonça et al. 2012). A leaf was considered when it was visible and the leaflets did not touch each other.

The temperature inside the greenhouse was registered with an aid of a thermohygrograph, installed 1.5 meters above the soil level. The calculations for the air average temperature were realized using the following formulae:

$$T_{avg} = T_{max} + T_{min}/2 \quad (1)$$

Tavg – average temperature; Tmax – maximum temperature; Tmin – minimum temperature.



The daily thermal sum (STd) was calculated according to the following equation:

$$STd = (T_{avg} - T_b). 1day \quad \{^{\circ}Cday\} \quad (2)$$

STd – Daily thermal sum ( $^{\circ}C$  day);  $T_{avg}$  – average temperature;  $T_b$  – basal temperature.

The basal temperature ( $T_b$ ) is defined as a daily sum of thermal unities above an inferior basal temperature, below which the plant can not develop or your development is too slow that can be despised (Rosa et al. 2013). For strawberries, a basal temperature of  $7^{\circ}C$  was used (Mendonça et al. 2012).

The thermal sum was calculated from the transplant of the seedlings in plastic bags and the accumulated thermal sum was calculated (STa), which is the sum of the daily thermal sum:

$$STa = \sum STd \quad \{^{\circ}Cday\} \quad (3)$$

For phyllochron estimation and determination, a linear regression between the number of leaves of the crown and the accumulated thermal sum was used. The phyllochron ( $^{\circ}C$  day  $leave^{-1}$ ) was estimated as the inverse of the angular coefficient of the linear regression (Mendonça et al. 2012).

To evaluate the effect of the treatments on flowering (NDIF; NDPF; NDIC), the anthesis data was recorded (considering when the first flower of the block was open), the beginning of flowering (considering 50% of the plants in block in anthesis), the full bloom (when 100% of the plants of the block was in atthesis) and the date of the beginning of the harvest for each block (STaIF; STaPF; STaIC), determining the number of days and the thermal sum necessary for each cited period.

The results were submitted to variance analysis to evaluate the effect of substrates, seedlings origins and cultivars. When significant, the variables were compared according to Tukey's test at 5% of probability, with the aid of the SAS software (Sas Institute Inc 2010).

#### **4.4 RESULTS**

According to the data regarding the local microclimate, it was possible to observe that the minimum and maximum absolute air temperature inside the protected environment registered during the evaluation period were 0.6 and 46.4°C, respectively (Figure 1).

According to the variance analysis, it is possible to observe an interaction between cultivar x origin for all studied variables, and separately for the substrate factor for all variables NDIF, NDPF, STaIF and STaPF, according to the F test at 5% of probability.

For the relationship between number of leaves and accumulated thermal sum (STa), it was observed that the cultivar 'Albion' national needed more degree-days for the emission of one successive leave, when compared to the imported cultivar ( $p < 0.05$ ). For Camarosa, no statistical difference according to origin was observed. When national cultivars were compared, Albion was significantly higher than Camarosa. For the imported ones, no statistical difference was observed (Figure 2).

The results of the present study confirmed the higher thermal necessity of the cultivar Albion, since it was observed that the number of leaves for Camarosa was two times higher, when compared to Albion with the same thermal sum (Figure 3), which characterize the cultivar as more vigorous

Although the Camarosa cultivar presented a higher speed in the emission of leaves, the same characteristics for the emission of flowers was not observed, unlike Albion, which emits flowers faster than leaves.

For the variable NDIF and STaIF, it was possible to observe that the imported cultivars started first the emission of flowers. The cultivar Camarosa Imported needed 58 days

and  $905.6\text{ }^{\circ}\text{C}^{-1}$  after transplant (DAT) to start flowering, being earlier than the national seedlings, which had the beginning of flowering at 66 DAT and with cumulative thermal sum (STa) of  $1080.6\text{ }^{\circ}\text{C day}^{-1}$  ( $p < 0.05$ ). The same occurred for the Albion cultivar, in which at 44 DAT and STa of  $623.7\text{ }^{\circ}\text{C day}^{-1}$ , the imported seedlings started the flowering, whereas the national seedlings started only at 63 DAT and with thermal accumulation of  $1080.6\text{ }^{\circ}\text{C day}^{-1}$ , even though it was transplanted later than the others. When the same imported origin was compared, the Albion cultivar was more precocious than Camarosa, with an earlier flowering, being significantly higher. However, the same was not observed for the national origin, in which there was no significant difference between cultivars (Figure 4A and 4B).

For the variables NDPF and STaPF it was possible to observe that the origin did not influenced the Camarosa cultivar flowering ( $p < 0.05$ ). Different from Albion cultivar, in which an anticipated full flowering was observed for the imported seedlings, about 15 days before the seedlings from national origin, with full flowering at 78 DAT and STa of  $1314.2\text{ }^{\circ}\text{C day}^{-1}$ , being significantly higher. For the national seedlings, no significant differences between cultivars were observed. For the imported origin, Albion was different from Camarosa, with earlier flower emission (Figure 4A and 4B), suggesting higher precocity for Albion.

For the variables NDIC and STaIC the Albion cultivar was superior when compared to Camarosa, regarding the origin ( $p < 0.05$ ). For the origin, the Imported was superior to the national, for all cultivars. The harvest for Camarosa imported begun 78 days after transplant (DAT) and after DTa of  $1391.2\text{ }^{\circ}\text{C day}^{-1}$ ; for the national, the harvest occurred 87 DAT of the seedlings and with STa of  $1051.2\text{ }^{\circ}\text{C day}^{-1}$ ; ( $p < 0.05$ ), totaling nine days or STa of  $300\text{ }^{\circ}\text{C day}^{-1}$  of harvest delay, when compared to imported seedlings. Similar performance was observed for Albion, with the imported being earlier when compared to national, demonstrating more precocity for the beginning of harvest, in 18 days or  $170.2\text{ }^{\circ}\text{C day}^{-1}$  using the imported ( $p < 0.05$ ). When the cultivar was evaluated for each origin, Albion was significantly earlier

than Camarosa, being observed differences of 5 and 14 days or  $95.1\text{ }^{\circ}\text{C day}^{-1}$  and  $264.4\text{ }^{\circ}\text{C day}^{-1}$  for national and imported seedlings, respectively (Figure 4A and 4B).

For the variables NDIF and STaIF separately for the substrate, it was possible to observe that the substrate S3, S4 and S2 were similar. For the variables NDPF and STaPF, S3 was only similar to S4 ( $p < 0.05$ ). According to this, plants cultivated in S3 and S4 substrates needed to accumulate lower thermal sum to beginning the reproductive period (Figure 5A and 5B). For the variables NDIC and STaIC, no significant differences was observed.

These results can be related to the lower availability of water in the S1 substrate, and consequently with lower plant nutrient availability (Figure 6), since the chemical composition of the substrates would not influence plant development because they are chemically inert and the nutrition was provided by fertigation, supplying the plant needs.

For the beginning of harvest (IC), no significant difference between substrates was observed (Figure 5), which varied from 75 to 81 days after planting and after the STa accumulation of  $1256.71$  to  $1366.2\text{ }^{\circ}\text{C day}^{-1}$ . This fact can be related to the sugar cane residue decomposition for the S1 and S2 treatments, which may have increased the density and porosity of the particles.

The result of the substrates physical analysis revealed that the utilization of sugar cane residue in the mixture of the S1 and S2 substrates lead do a lower water availability to plants due to the lower capacity of retention, larger aeration space, with lower availability of readily available water (AFD) and available water (AD) (Figure 6).

The analysis of the water retention for different substrates used in the experiment demonstrated lower retention capacity for the S1 substrate and higher for the S3 substrate (Figure 7).

## 4.5 DISCUSSION

According to the literature, the main meteorological factors that can influence the strawberry crop are the air temperature and the photoperiod, especially the temperature, since it determines the speed of leaf emission and floral initiation. The minimum temperature for leaf emission is above 7°C (Verdial et al., 2004). For floral initiation, the ideal temperature is between 15 and 18 °C, whereas floral induction is inhibited below 10°C and above 25°C (Silva et al., 2007).

The optimum temperature for flowering varies among cultivars, for example, the cultivar Elsanta presents floral induction with higher temperature (9-21°C) when compared to Korona cultivar, in which the floral induction occurs between 9 and 18°C. Thus, the milder temperatures in autumn would be beneficial for strawberry induction (Sonsteby & Heide 2006; Verheul et al., 2007). However, when plant is submitted to adverse temperatures, all physiological processes can be affected, as small changes in air temperature are perceived simultaneously in all cellular components, reflecting directly plant growth and development (Bahuguna & Jagadish, 2015).

The air temperature affects the strawberry development, for example in the leaf emission, which is named phyllochron. In the present study, the studied cultivars presented different responses, corroborating with the results observed by Walter et al. (2009) and Rosa et al. (2013). Mendonça et al. (2012) observed that the Albion cultivar needed  $149.34 \pm 31.3^\circ\text{C}/\text{day leaf}^{-1}$  to emit one leaf.

Similarly, Tazzo et al. (2005) found that the air temperature is one of the determining factors for leaf emergency speed in this cultivar (Costa et al., 2014). For the cultivar Camarosa, Cocco et al. (2016) found phyllochron values of 103.97 and  $103.55^\circ\text{C}/\text{day leaf}^{-1}$  for seedlings from Chile and Pelotas, RS, Brazil respectively. Thus, the higher the

phyllochron in a plant, the slower the leaves emission, because it means that it needs to accumulate higher degree days for leaf emission (Rosa et al. 2013).

The cultivars also differ in flowering, with cultivars of neutral days being indifferent to the photoperiod and flowering regulated only by air temperature. In short-day conditions, plants are able to emit flowers with less accumulation of cold hours, however flowering may be postponed (Sonsteby & Heide, 2013). Seedlings produced in locations with low night temperatures have a higher accumulation of cold hours and, consequently, higher carbohydrates accumulation (Kirschbaum et al., 2012), positively influencing the flowering after the transplant, since the plant use accumulated reserves during seedlings production (Eshghi et al., 2007). Thus, imported strawberry seedlings produced in locations with lower temperatures have already accumulated a large number of cold hours and this reflects in the plant phenology (Pertuzé et al., 2006).

When plants, during the seedling production period, do not receive the ideal temperature conditions to provide rapid development, the vegetative cycle of the crop may increase (Sonsteby & Heide, 2013). In addition, the beginning of flowering can also be affected by the planting season, day and night temperature, light intensity and photoperiod, and these, besides affecting floral induction, are related to fruit size, quality and production (Rahman et al., 2014). The temperature and air temperature control some plant physiological processes, such as initiation and floral differentiation (Heide et al., 2013), which can vary among cultivars (Sonsteby & Heide, 2008). The floral induction in the Albion cultivar is influenced by genetics, geographic origin and air temperature (Sonsteby & Heide, 2008), which justifies, in the present study, the precocity of this cultivar when compared to Camarosa. In addition, the Camarosa cultivar presents the floral induction promoted by short-day conditions during autumn, and this floral induction can be inhibited at high temperature conditions - above 25°C (Heide et al. 2013).

In a study realized by Tazzo et al., (2015), the beginning of flowering for the Camarosa cultivar was 58 days after seedlings transplant, while for Albion it was 51 days. According to the same author, the necessity of temperature accumulation for the beginning of flowering was  $376.85\text{ }^{\circ}\text{C day}^{-1}$  and  $307.25\text{ }^{\circ}\text{C day}^{-1}$  for Camarosa and Albion, respectively.

The early harvest of Albion shows that it is a neutral-day cultivar that needs less thermal accumulation, anticipating flowering and, consequently, fruit harvest (Martinez-Ferri et al. Ruan et al., 2009). Tazzo et al., (2015) observed that the cultivar Camarosa required  $760.9\text{ }^{\circ}\text{C day}^{-1}$ , whereas Albion required  $599.50\text{ }^{\circ}\text{C day}^{-1}$ . The cultivar Albion begins earlier the productive period and, because it is considered a neutral day cultivar, it is characterized by tolerating high temperatures during fruiting, extending the productive period until February, while Camarosa paralyzes the production in December.

The effect of the seedlings production location, due to the differences in the environment latitude and altitude, may show increasing differences in the strawberry development (Rahman et al., 2014), being these differences observed between national and imported seedlings, used in the present study.

The greater precocity of the seedlings allows advantages, such as the anticipation of the fruit supply to the consumer market, allowing a better price for growers per Kg of fruit produced. However, imported seedlings usually delay arriving at the property due to the time they take from the exit in Patagonia to the delivery to the grower, and the acquisition of national seedlings is an alternative to guarantee the anticipation of the planting, allowing price gains without the decrease in overall production.

The ideal characteristics of the substrates used for the cultivation of strawberries in a semi-hydroponic system are also of great importance for the success of the crop, which must combine high aeration and water retention capacity to reduce the risks of water stress during the crop cycle, maintaining the temperature of the nutritive solution, specially in periods of

higher temperature during the year (Giménez et al., 2008). Normally, ideal density values (Ds) of 0.35 to 1.3 g/cc, aeration space (EA) of 85% and readily available water (AFD) of between 20 and 30% are the parameters to be achieved (De Boodt and Verdonck , 1972). In the present study, the substrates that best presented these physical characteristics were S3 and S4, which can be observed in the water retention curve, where with an increase in the exerted pressure, it is possible to observe a faster decrease for the mixtures S1 and S2. This response is related to the addition of sugarcane residue to the mixture, which promotes a faster drainage of the nutrient solution due to its high porosity.

The strawberries production requires high amounts of water during cultivation, even more when grown under protected environment, depending entirely on water supplied by irrigation during the production cycle; the water consumption differs according to cultivar for biomass distribution for the fruit and for the biomass transpiration in the plant (Martinez-Ferri et al. 2015). In the present study, the most efficient substrate mix for plant water availability was S3 and S4, which presented the best physical characteristics.

Usually the amount of water required by the strawberry is due to the fact that this plant has superficial rooting, high leaf area and high water content in the fruits (Grant et al., 2010). However, although vigorous cultivars with more leaves are more efficient in water use, higher total leaf area per plant lead to a higher total transpiration of the plant, that increases the water consumption per fruit produced. Thus, the use of cultivars with competitive yields, but with a smaller leaf area, would decrease the total transpiration of the plant, reducing water requirement, reflecting positively on photosynthetic efficiency (Martinez-Ferri et al., 2015).

The study demonstrate more reproductive precocity of the Albion cultivar, and higher leaf emission speed for the cultivar Camarosa, both from imported origin and cultivated in the substrate composed by burnt rice husk and organic compost, with more porosity and good density, which are characteristics that allows a higher water availability for plants. The results



obtained in the present study are essential for the strawberry production system, since the cultivation has been expanding in recent years, consisting of an excellent alternative for the diversification of activities in family rural properties. Thus, new studies are necessary aiming the generation of new cultivars with good morphological and physiological characteristics, reflecting in higher crop yield.

#### 4.6 REFERENCES

- Alvares, C.A., Stape, J.L., Sentelhas, P.C., Gonçalves, J.L.M., Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorol. Z.** 22, 711-728.
- Andriolo, J.L. 2007. Seminário sobre o Cultivo hidropônico do Morangueiro. Santa Maria: UFSM, Departamento de Fitotecnia.
- Antunes, O.T., Calvete, E.O., Rocha, H.R., Nienow, A.A., Mariani, F., Wesp, CL. 2006. Floração, frutificação e maturação de frutos de morangueiro cultivados em ambiente protegido. **Hortic Bras.** 24, 426-430.
- Arnold, C.Y. 1960. Maximum-Minimum temperature as a basis for computing heat units. **J. Am. Soc. Hortic. Sci.** 76, 682-692.
- Bahuguna, R.N., Jagadish, K.S.V. 2015. Temperature regulation of plant phenological development. **Environ. Exp. Bot.** 111, 83-90.

Bordonaba, J.G., Terry, L.A. 2010. Manipulating the taste-related composition of strawberry fruits (*Fragaria* × *ananassa*) from different cultivars using deficit irrigation. **Food Chem.** 122, 1020–1026.

Costa, R.C., Calvete, E.O., Mendonça, H.F.C., Decosta, L. 2014. Phenology and leaf accumulation in vernalized and non-vernalized strawberry seedlings in neutral-days. **Acta Sci. Agron.** 36, 57-62.

Dalmolin, R.S.D., Pedron, F.A., Azevedo, A.C., Zago, A. 2003. Levantamento semidetalhado de solos da microbacia do arroio Lino-Município de Agudo (RS). Relatório Técnico Programa RS-Rural/SAA-RS, Santa Maria: 84p.

De Boodt, M., Verdonck, O. 1972. The physical properties of the substrates in horticulture. **Acta Hort.** 26, 37-44.

Eshghi, S., Tafazoli, E., Dokhani, S., Rahemi, M., Emam, Y. 2007. Changes in carbohydrate contents in shoot tips, leaves and roots of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* duch.) during flower-bud differentiation. **Sci. Hort.** 113, 255–260.

Faostat. Food and Agriculture Organization of the United Nations Statistics Division. Disponível em: <http://faostat3.fao.org/browse/q/qc/e>. Acesso em: 31 de maio de 2016.

Gimenez, G., Andriolo, J., Godoi, R. 2008. Cultivo sem solo de morangueiro. **Cien. Rural.** 38, 273-279.

Grant, O.M., Johnson, A.W., Davies, M.J., James, C.M., Simpson, D.W. 2010. Physiological and morphological diversity of cultivated strawberry (*Fragaria × ananassa*) in response to water deficit. **Environ. exp. bot.** 68, 264–272.

Heide, O.M., Stavang, J.A., Sonsteby, A. 2013. Physiology and genetics of flowering in cultivated and wild strawberries – a review. **J. Hort. Sci. Biot.** 88, 1-18.

Hermes, C.C., Medeiros, S.L.P., Manfron, P.A. 2001. Emissão de folhas de alface em função da soma térmica. **Rev. Bras. Agrometeorologia.** 9, 269-275.

Larcher, W. 2005. Ecofisiologia vegetal. Ed. Rima. 550 p.

Kirschbaum, D.S., Larson, K.D., Weinbaum, S.A., Dejong, T.M. 2012. Accumulation pattern of total nonstructural carbohydrate in strawberry runner plants and its influence on plant growth and fruit production. **Afr. j. biotechnol.** 11, 16253-16262.

Martínez-Ferri, E., Soria, C., Ariza, M.T., Medina, J.J., Miranda, L., Dominguez, P., Muriel, J.L. 2015. Water relations, growth and physiological response of seven strawberry cultivars (*Fragaria × ananassa* Duch.) to different water availability. **Agric. wat. manag.** 31, 73-82.

Mendonça, H.F.C., Calvete, E.O., Nienow, A.A., Costa, R.C., Zerbielli, L., Bonafé, M. 2012. Phyllochron estimation in intercropped strawberry and monocrop systems in a protected environment. **Rev. bras. frutic.** 34, 15-23.

Parry, M.A., Andralojc, P.J., Scales, J.C., Salvucci, M.E., Carmo-Silva, A.E., Alonso, H., Whitney, S.M. 2013. Rubisco activity and regulation as targets for crop improvement. **J. Exp Botany** 64, 717–730.

Rahman, M.M., Rahman, M.M., Hossain, M.M., Khaliq, Q.A., Moniruzzaman, M. 2014. Effect of planting time and genotypes growth, yield and quality of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.). **Sci. Hort.** 167, 56–62.

Resende, L.M.A., Mascarenhas, M.H.T., Paiva, B.M. 1999. Panorama da produção e comercialização do morango. **Inf. Agrop.** 20, 5-19.

Rosa, H.T., Streck, N.A., Walter, L.C., Andriolo, J.L., Silva, M.R. 2013. Crescimento vegetativo e produtivo de duas cultivares de morango sob épocas de plantio em ambiente subtropical. **Rev. cienc. Agron.** 44, 604-613.

Ruan, J., Yoon, C., Yeoung, Y., Larson, K.D., Ponce, L. 2009. Efficacy of highland production of strawberry transplants. **Afr. j. biotechnol.** 8, 1497-1501.

SAS institute Inc. 2010. SAS/STAT 9.22 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.

Serçe, S., Hancock, J.F. 2005. The temperature and photoperiod regulation of flowering and runnering in the strawberries, *Fragaria chiloensis*, *F. virginiana* and *F. x ananassa*. **Sci. Hort.** 103, 167-177.

Singh, A., Syndor, A., Deka, B.C., Singh, R.K., Patel, R.K. 2012. The effect of microclimate inside low tunnels on off-season production of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.). **Sci. Hort.** 144, 36–41.

Sonstebly, A., Heide, O. 2006. Dormancy relations and flowering of the strawberry cultivars Korona and Elsanta as influenced by photoperiod and temperature. **Sci. Hort.** 110, 57–67.

Sonstebly, A., Heide, O.M. 2008. Temperature responses, flowering and fruit yield of the June-bearing strawberry cultivars Florence, Frida and Korona. **Sci. Hort.** 119, 49–54.

Sonstebly, A., Opstad, H., Heide, O.M. 2013. Environmental manipulation for establishing high yield potential of strawberry forcing plants. **Sci. Hort.** 157, 65–73.

Streck, N.A., Weiss, A., Xue, Q., Baenziger, P. 2003. Improving predictions of developmental stages in winter wheat: a modified wang and Engel model. **Agric. for. meteorol.** 115, 139-150.

Streck, N.A., Bellé, R.A., Rocha, E.K., Schuh, M. 2005. Estimating leaf appearance rate and phyllochron in safflower (*Carthamus tinctorius L.*). **Cien. Rural.** 35, 1448- 1450.

Tazzo, I.F., Fagherazzi, A.F., Lerin, S., Kretschmar, A.A., Rufato, L. 2015. Exigência térmica de duas seleções e quatro cultivares de morangueiro cultivado no planalto catarinense. **Rev. Bras. Frutic.** 37, 550-558.

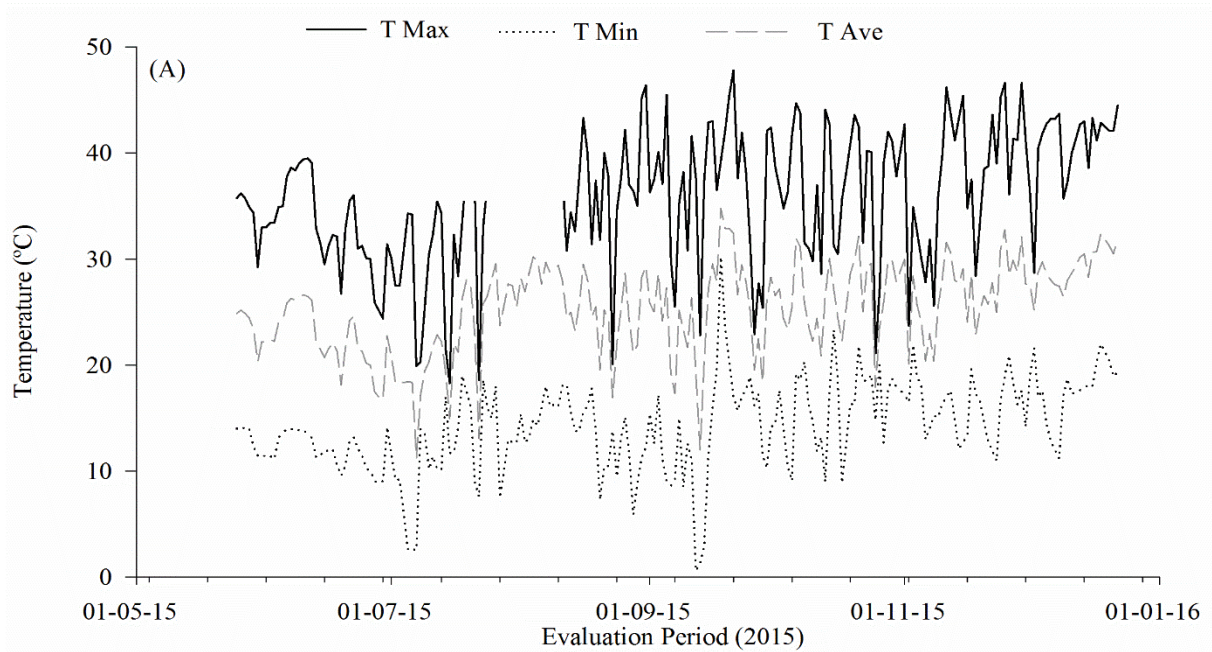
Verdial, M.F., Neto, J.T., Minami, K., Filho, J.A.S., Christoffoleti, P.J., Scarpere, F.V., Kluge, R.A. 2009. Fisiologia de mudas de morangueiro produzidas em sistema convencional e em vasos suspensos. **Rev. Bras. Frutic.** 31, 524-531.

Verheul, M.J., Sonstebly, A., Grimstad, A.S.O. 2007. Influences of day and night temperatures on flowering of *Fragaria × ananassa* Duch., cvs Korona and Elsanta. **Sci. Hort.** 112, 200–206.

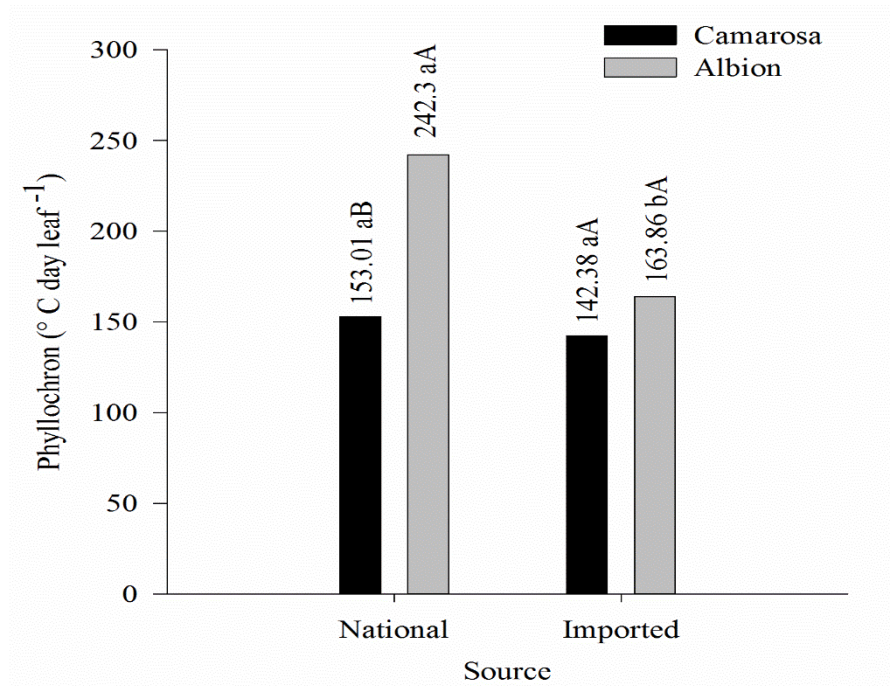
Walter, L.C., Rosa, H.T., Silva, M.R., Langer, J.A., Streck, N.A. 2009. Filocrono de dois clones de morangueiro em diferentes datas de plantio em Santa Maria, RS. In: XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. Belo Horizonte. Anais... CD-ROW.

**Figures.**

**Figure 1.** Air maximum, minimum and average temperatures inside the protected environment during the evaluation period, between may and september, 2015. Frederico Westphalen, Rio Grande do Sul, Brazil, 2016.

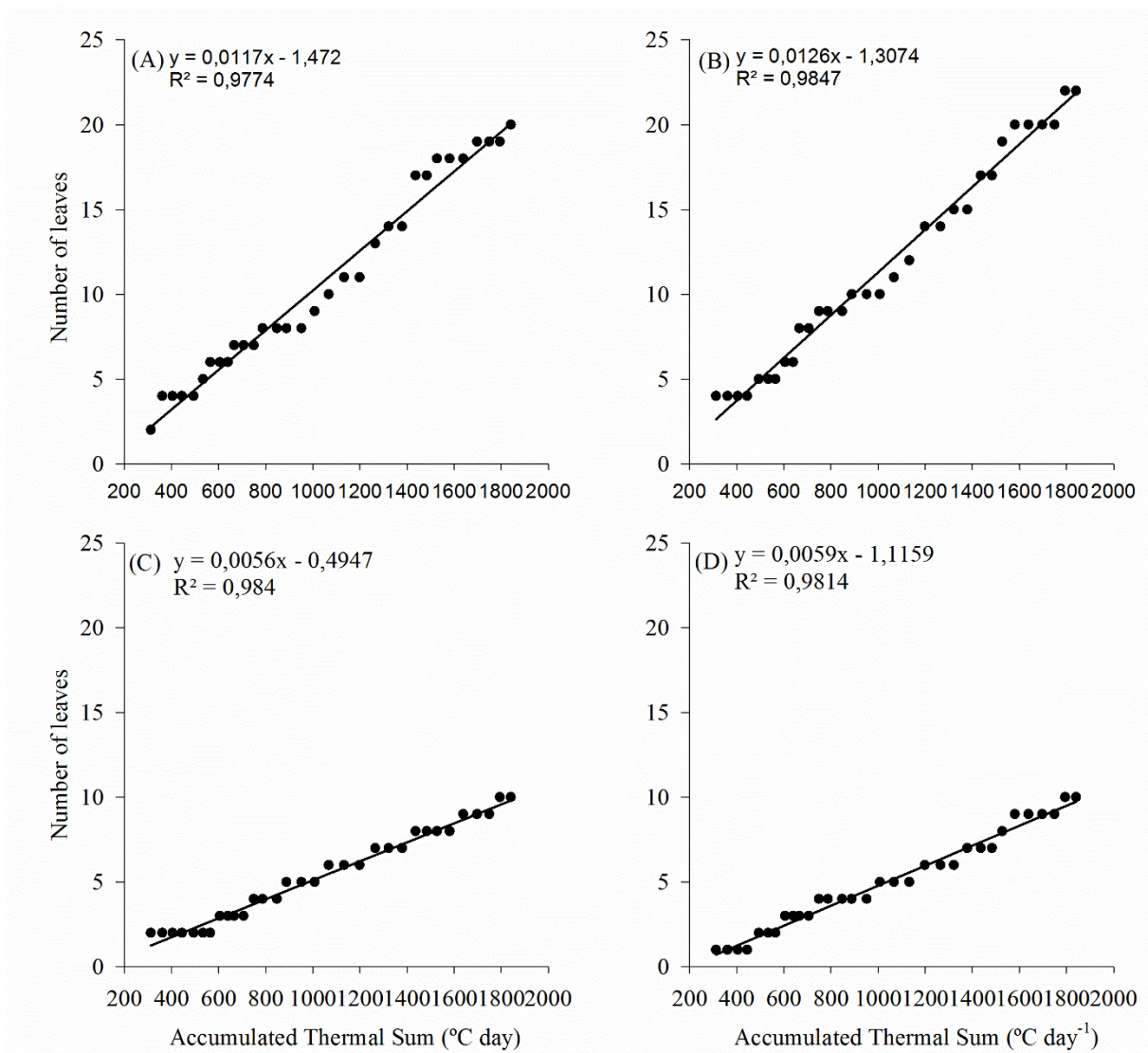


**Figure 2.** Phyllochron from two strawberry cultivars from two origins, with seedlings cultivated in different substrates in a semi-hydroponic system. Frederico Westphalen, RS, 2016. Lowercase letters compare cultivars and uppercase letters compare origins at 5% of probability.

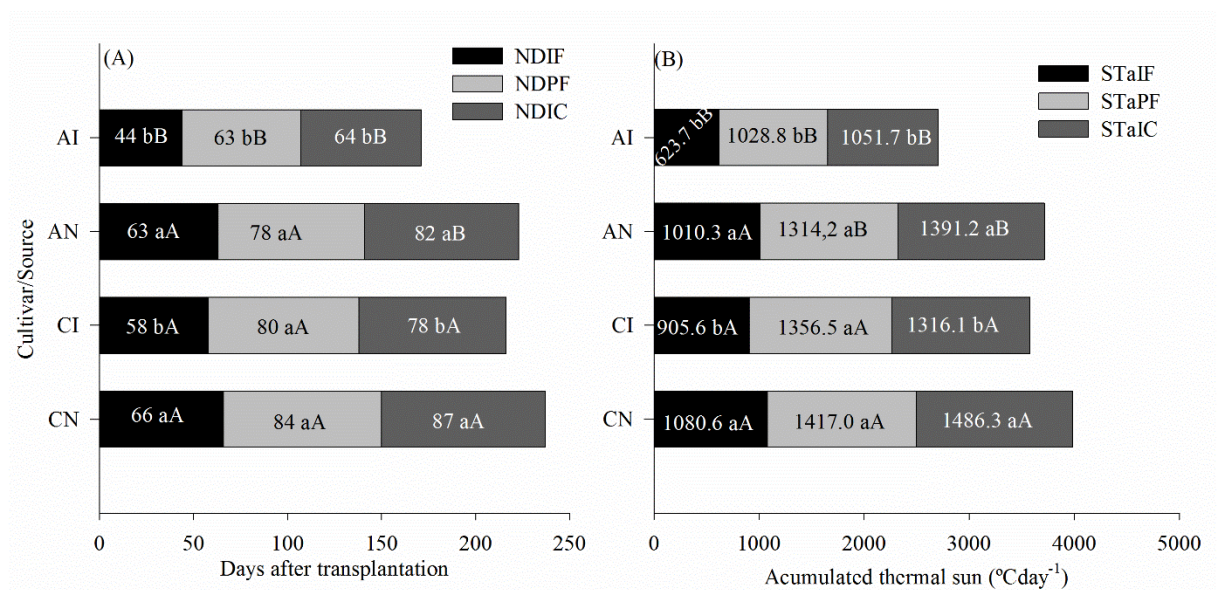




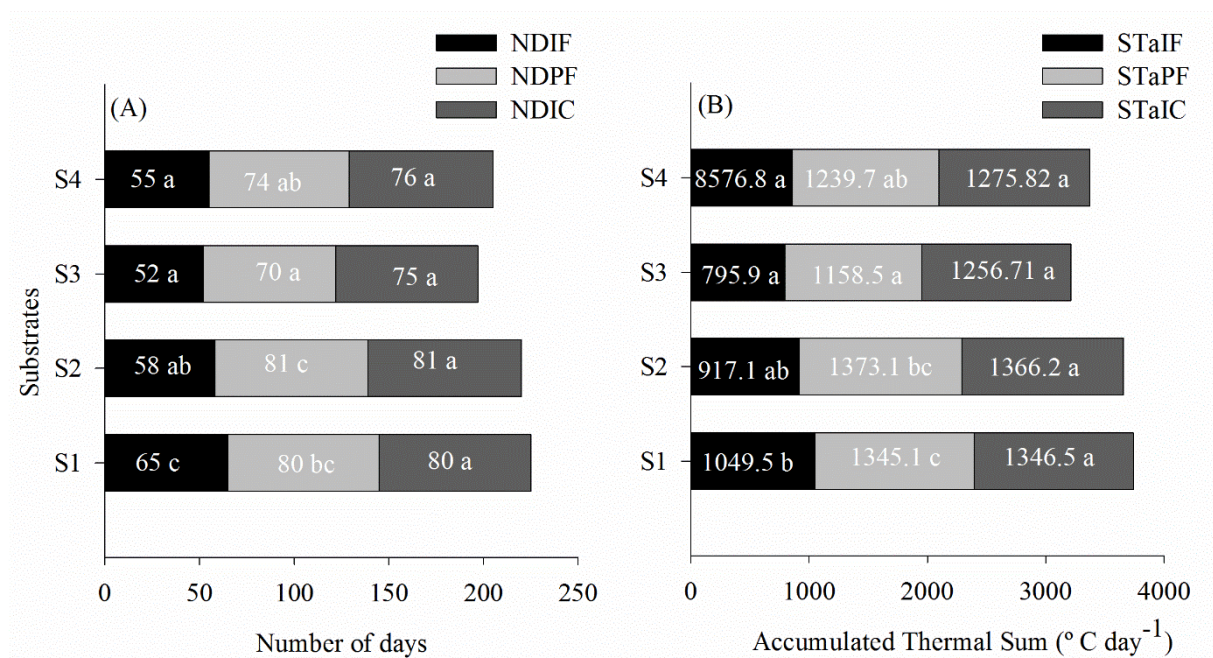
**Figure 3.** Linear regression used to estimate the phyllochron of strawberry cultivars of seedlings from two origins and planted with different organic substrates in a semi-hydroponic system. Camarosa National (A), Camarosa Imported (B), Albion National (C) and Albion Imported (D).



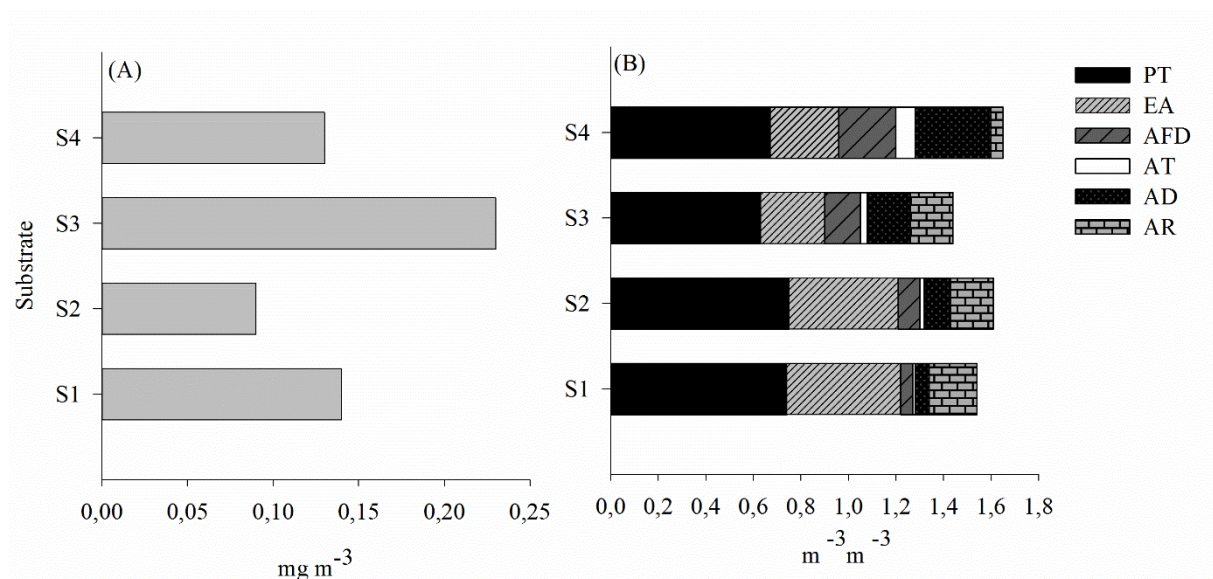
**Figure 4.** Number of days from planting to the beginning of flowering (NDIF), full flowering (NDPF) and beginning of harvest (NDIC). Accumulated thermal sum for the beginning of flowering (STaIF), full flowering (STaPF) and beginning of harvest (STaIC) for the cultivars Albion Imported (AI) and National (AN) and Camarosa Imported (CI) and National (CN), planted with different substrates in a semi-hydroponic system. Means followed by the same lowercase letter for seedlings origin and uppercase letter for cultivars, are not different according to Tukey's test at 5% of probability.



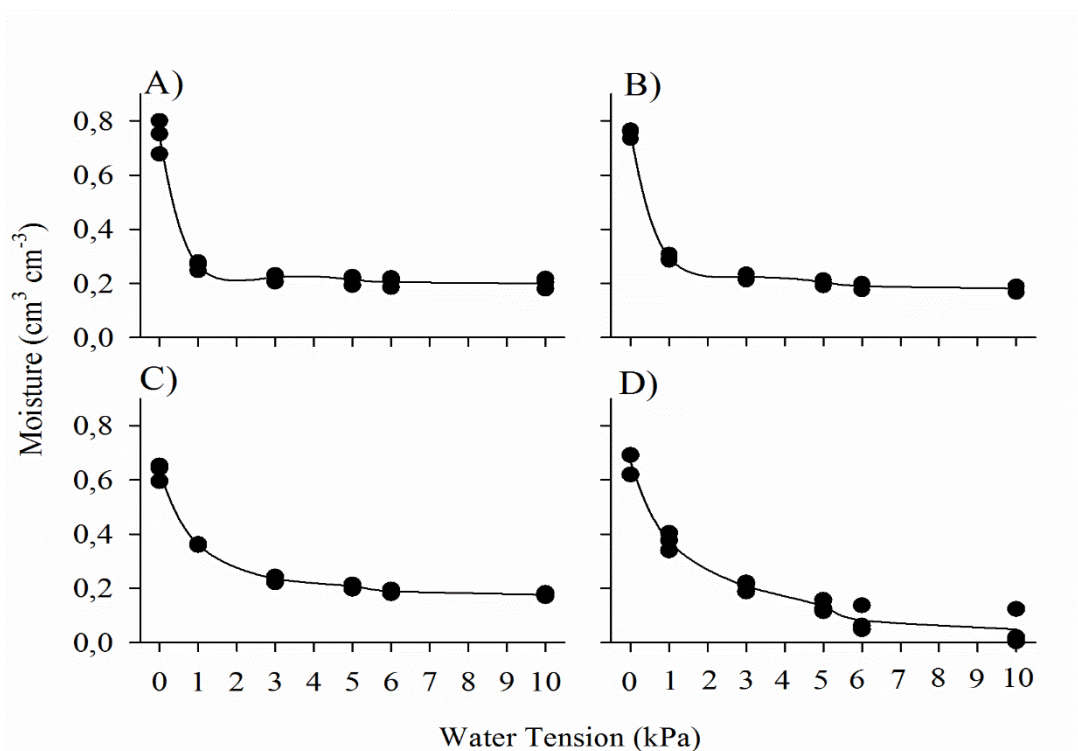
**Figure 5.** Number of days from planting to the beginning of flowering (NDIF), number of days from full flowering (NDPF), accumulated thermal sum for the beginning of flowering (STaIF) and accumulated thermal sum for full flowering (STaPF) of two strawberry cultivars (Albion and Camarosa) in different organic substrates kept in a semi-hydroponic system. Means followed for the same letter are not different according to Tukey's test at 5% of probability.



**Figure 6.** Physical analysis of the substrates [S1: crushed sugar cane residue (70%) + organic compost (30%), S2: crushed sugar cane residue (70%) + commercial substrate - Carolina (30%), S3: burnt rice husk (70%) + organic compost (30%) and S4: burnt rice husk (70%) + commercial substrate – Carolina (30%)] used for Albion and Camarosa strawberry cultivation in a semi-hydroponic system. **(A)** Density (Ds), **(B)** total porosity (PT), aeration space (EA), readily available water (AFD), buffer water (AT), available water (AD), remaining water (AR).



**Figure 7.** Water retention curve for different substrates **(A)** S1 crushed sugar cane residue (70%) + organic compost (30%), **(B)** S2: crushed sugar cane residue (70%) + commercial substrate - Carolina (30%), **(C)** S3: burnt rice husk (70%) + organic compost (30%) and **(D)** S4: burnt rice husk (70%) + commercial substrate – Carolina (30%) for strawberry cultivation (Albion and Camarosa) in a semi-hydroponic system.





## 5. ARTIGO 2 – CULTIVARES DE DIFERENTES ORIGENS E SUBSTRATOS: IMPACTO SOBRE A PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DOS FRUTOS DE MORANGUEIRO

### 5.1 RESUMO

A produção e a qualidade de morangos pode variar de acordo com a cultivar, origem da muda e a forma de cultivo das plantas, dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes substratos orgânicos na produção e qualidade de cultivares de morangueiro de diferentes origens de mudas. O experimento foi conduzido em delineamento blocos casualizados, em esquema fatorial 4x2x2, sendo quatro misturas de substratos [Bagaço de cana-de-açúcar triturado (70%) + Composto Orgânico (30%), Bagaço de cana de açúcar triturado (70%) + Substrato Comercial Carolina (30%), Casca de Arroz queimada (70%) + Composto Orgânico (30%), Casca de Arroz queimada (70%) + Substrato Comercial Carolina (30%)]; duas cultivares de morango (Albion e Camarosa) e duas origem das mudas (Nacional e Importada). Foram avaliados os parâmetros de qualidade [acidez total titulável, sólidos solúveis totais, razão açúcares/acidez, firmeza, coloração da polpa (croma, ângulo Hue e L\*, a\* e b\*)]; além dos parâmetros de produção [número totais de frutos, produção total de frutos, massa média dos frutos, produção de frutos não comerciais, produção de frutos comerciais e produtividade total]. A cultivar Camarosa de morangueiro de origem Nacional, quando cultivado em composto orgânico misturado de casca de arroz queimada tem os melhores resultados de produção e qualidade de frutos de morango.

**Palavras chave:** *Fragaria x ananassa*; Manejo cultural; Cultivo protegido.

### 5.2 ABSTRACT

The production and quality of the strawberry can vary according to the cultivar, origin of the seedlings and the way of cultivation of the plants, so, the objective of this work was to evaluate different organic substrates in the production and quality of strawberry cultivars from different origins of Seedlings The experiment was carried out in a randomized complete block design, in a 4x2x2 factorial scheme, with four mixtures of substrates (70%), sugarcane bagasse (70%) and organic compost (30%). + Substrate Commercial Carolina® (30%), Shell Rice burned (70%) + Organic Compound (30%), Shell Rice burned (70%) + Commercial Substrate Carolina (30%); Two cultivars of strawberry (Albion and Camarosa) and two

origin of the seedlings (National and Imported). Quality parameters (total titratable acidity, total soluble solids, sugars / acidity ratio, firmness, pulp coloration (chroma, Hue angle and L \*, a \* and b \*) were evaluated); In addition to the production parameters [total number of fruits, total fruit production, average fruit weight, non-commercial fruit production, commercial fruit production and total productivity]. The Camarosa strawberry cultivar of National origin, when cultivated in mixed organic compound of burnt rice husk has the best results of production and quality of strawberry fruits.

**Key words:** *Fragaria x ananassa*; Cultural management; Protected cultivation.

### 5.3 INTRODUÇÃO

Os maiores produtores mundiais de morango (*Fragaria X ananassa*) são China, Estados Unidos da América, Espanha e Japão. O Brasil não figura entre os maiores produtores, no entanto, a produção em 2013 alcançou 3200 toneladas, distribuídos nos Estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul, Paraná, Santa Catarina, São Paulo, Espírito Santo, Distrito Federal, Bahia e Ceará (FAOSTAT, 2016).

O morangueiro é um fruto amplamente consumido tanto *in natura* como processado (XU et al., 2014), sendo seu elevado consumo associado ao sabor doce e propriedades organolépticas, além de comprovadamente auxiliar em doenças crônicas, como o câncer, e doenças cardíacas (SAMEC et al., 2016; ZHANG et al., 2008). A aceitação dos frutos pelos consumidores depende da cor, firmeza dos frutos (ORNELAS-PAZ et al., 2013), além do sabor, que é determinado pelo conteúdo de ácidos, sólidos solúveis e sua relação (KRÜGER et al., 2012). O mercado exige frutos com boa aparência, sabor e durabilidade, características físicas e químicas equilibradas e maior teor de compostos antioxidantes (SAMEC et al., 2016). Estas propriedades podem ser modificadas dependendo dos sistemas de produção utilizados, mediante o uso de técnicas que tornam possível o controle dos fatores ambientais, como por exemplo, o cultivo em ambientes protegidos (KRÜGER et al., 2012).

O cultivo do morangueiro em sistema semi-hidropônico vem crescendo a cada ano. Neste sistema, exige-se a utilização de um substrato com características físicas adequadas ao desenvolvimento das plantas, como por exemplo: suporte mecânico para as raízes; porosidade equilibrada e estável, no intuito de fornecer ar e água suficientes para o metabolismo radicular; boa capacidade de retenção de água, sem causar estresse por déficit hídrico ou hipóxia (ABAD et al., 2005), dentre outros.

Mais de 80% das mudas de morangueiro utilizadas no Rio Grande do Sul são de origem chilena ou argentina (OLIVEIRA et al., 2005). Entretanto, no Estado existem regiões com cerca de 900 metros de altitude, temperaturas mais baixas durante o verão, ou seja, condições climáticas adequadas para a produção de mudas de morangueiro (WREGGE et al., 2007). Ou seja, a cultivar e a origem das mudas são fatores determinantes para o sucesso do cultivo do morangueiro, pois estas contribuem para elevada produção da qualidade, produzindo mudas com boas características genéticas e sanitárias, refletindo assim, na redução dos riscos fitossanitários ao qual as plantas estão submetidas (ANTUNES & DUARTE FILHO, 2005). Quando as mudas de morangueiro provêm de locais mais frios, estas podem alcançar elevada produtividade e qualidade dos frutos, pois o ambiente de cultivo tem influência direta sobre as mudas (COCCO et al., 2015).

Dessa forma, o sistema de cultivo do morangueiro em sistema semi-hidropônico ainda requer muitos estudos, no afã de definir os melhores substratos, as cultivares mais adaptadas para cada região e a origem em que estas são produzidas, e assim, garantir a sustentabilidade do sistema de cultivo. Desta maneira, o objetivo do trabalho foi avaliar a produção e a qualidade dos frutos de cultivares de morangueiro, provenientes de diferentes origens, cultivados em diferentes substratos orgânicos.

## **5.4 MATERIAL E MÉTODOS**

### **5.4.1 CONDIÇÕES DE CULTIVO E PREPARO DA ÁREA**

O experimento foi realizado na Universidade Federal de Santa Maria, campus Frederico Westphalen, situado geograficamente a 27° 23' S, 53° 25' O e 493 m de altitude. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido, apresentando características de temperado chuvoso, com precipitação média anual de 1800 mm bem distribuída ao longo do ano, e subtropical do ponto de vista térmico (ALVARES et al. 2013).

O experimento foi conduzido em sistema semi-hidropônico dentro de estufas de aço galvanizado, com teto semicircular, medindo 20 metros de comprimento por 10 metros de largura e altura do pé-direito de 3,5 m, dispostas no sentido norte-sul. As mudas de morangueiro foram transplantadas para sacolas de plástico tubular branca de 150 micras, no qual foram mantidas em bancadas de madeira a aproximadamente 0,8 metro acima do solo.



Realizou-se a irrigação por meio de sistema de gotejamento, localizado no interior das sacolas, composto por tubos gotejadores espaçados em 0,10 metros entre si. Procedeu-se com a fertirrigação de acordo com a fórmula desenvolvida pela Embrapa (2014), e a frequência de acordo com as exigências da cultura.

#### 5.4.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido sob delineamento blocos casualizados, em arranjo fatorial 4 x 2 x 2, sendo quatro combinações de substratos [S1: bagaço de cana-de-açúcar triturado (70%) + composto orgânico (30%), S2: bagaço de cana de açúcar triturado (70%) + substrato comercial Carolina<sup>®</sup> (30%), S3: casca de arroz queimada (70%) + composto orgânico (30%) e S4: casca de arroz queimada (70%) + substrato comercial Carolina<sup>®</sup> (30%)], duas cultivares (Albion de dias neutros e Camarosa de dias curtos), e duas origens das mudas (Nacional e Importada), totalizando 16 tratamentos, quatro repetições e a unidade experimental sendo composta por oito plantas.

Antes do plantio realizou-se a lavagem do substrato até atingir condutividade elétrica menor que 1 mS/cm, a fim de torná-lo inerte do ponto de vista químico. As mudas consideradas Nacionais foram provenientes de um viveiro localizado em Agudo, situado na encosta basáltica do Rio Grande do Sul, entre a Depressão Central e o Planalto Médio, cuja coordenadas geográficas são 29°62' S, 53°22' O e 83 metros de altitude). Já as Importadas, provenientes da Argentina, produzidas no viveiro Patagônia Agrícola S.A., localizado no município de El Maitén, cujas coordenadas geográficas são 42°3' S, 71°10' O e 720 metros de altitude. As mudas das cultivares Albion (Nacional) e Camarosa (Nacional e Importada) foram transplantadas no dia 26 de maio de 2015. Já a cultivar Albion Importada teve o transplante realizado dia 8 de junho de 2015.

#### 5.4.3 AVALIAÇÕES REALIZADAS

Foram realizadas variáveis de qualidade dos frutos [acidez total titulável (AT), sólidos solúveis totais (SST), razão açúcares/acidez (SST/AT) firmeza, coloração da polpa (croma, ângulo Hue e L\*)] e variáveis de produção [número totais de frutos (NTF), produção total de frutos (PTF), massa média dos frutos (MMF), produção de frutos não comerciais (PFNC), produção de frutos comerciais (PFC) e produtividade total (PT)]. As colheitas foram realizadas duas vezes por semana, na fase de maturação completa, realizando a separação dos

frutos comerciais dos não comerciais. Como fruto não comercial, foram considerados aqueles deformados ou com massa inferior a 6 gramas.

As avaliações de qualidade dos frutos foram realizadas durante o ciclo de produção, no intuito de eliminar características específicas da época de colheita. A determinação da acidez total titulável foi realizada por titulometria com solução padronizada de NaOH ( $0,1 \text{ mol L}^{-1}$ ) e a determinação dos sólidos solúveis totais com a utilização de refratômetro manual (precisão de  $\pm 2\%$ ), com resultados expressos em °Brix. A razão açúcares/acidez foi calculada através do quociente entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável.

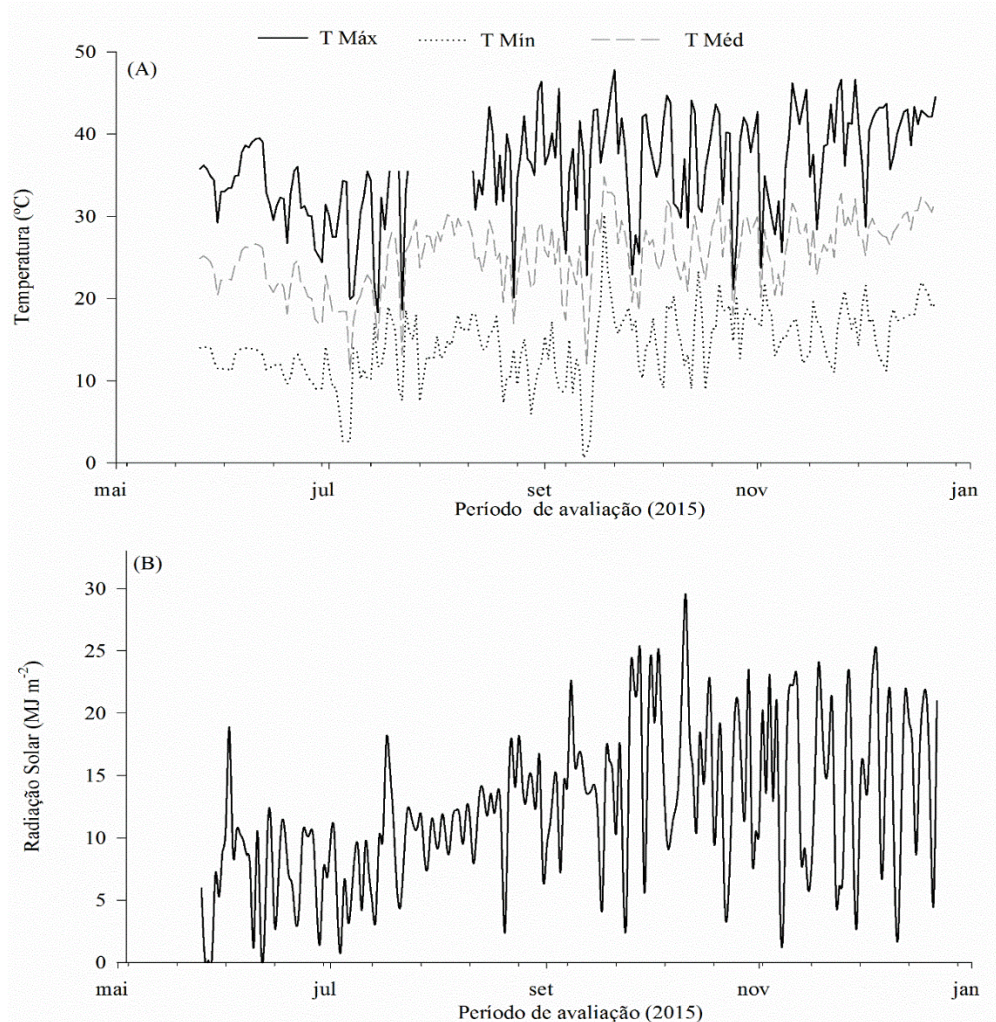
A variável firmeza foi determinada com auxílio de penetrômetro de bancada com ponteira de 6 mm; para as variáveis de coloração de polpa (croma e ângulo Hue, realizou-se a determinação dos valores de  $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$  em colorímetro, que expressa os componentes  $L^*$  [do branco (+L) ao preto (-L) no eixo z];  $a^*$  [do vermelho (+a) ao verde (-a) no eixo x],  $b^*$  [do amarelo (+b) ao azul (-b) no eixo y], e calculou-se a saturação de cor croma pela equação  $a^{*2} + b^{*2}$ ; e tonalidade da cor pelo ângulo de Hue, utilizando a seguinte equação:  $\tan^{-1}(b^*/a^*)$ . O aparelho foi calibrado no sistema  $L^* a^* b^*$  com uma placa branca padrão de cerâmica.

Os resultados foram submetidos à análise de variância para verificar o efeito dos diferentes substratos, cultivares e origens, e as médias das variáveis foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, utilizando-se o programa estatístico SAS (SAS institute Inc 2010).

## 5.5 RESULTADOS

A temperatura mínima e máxima absoluta do ar no interior do ambiente protegido, registrado no período de avaliação entre 25 de maio a 23 de dezembro de 2015, foi de 0,6 e 47,8 °C, respectivamente. A temperatura média apresentou picos mais elevados, mas na maior parte do ciclo, manteve-se entre a faixa de 20 a 25 °C (Figura 1A). Com relação a radiação solar fotossinteticamente ativa, observou-se decréscimos em alguns períodos durante a condução do experimento, principalmente até setembro, após este mês, o valor médio permaneceu acima de  $12 \text{ MJ m}^{-2}$  (Figura 1B). Em anos do fenômeno climático *El niño*, com períodos frequentes de chuvas, há ocorrência de dias com menores níveis de radiação solar. Além disso, com a utilização do plástico de cobertura da estufa, foi possível observar redução de cerca de 30% da radiação transmitida para o interior do ambiente protegido.

**Figura 1.** Temperaturas do ar médias, máximas e mínimas (A) e Radiação solar (B) registrados no interior do ambiente protegido durante o período de cultivo do morangueiro de maio a dezembro 2015. Frederico Westphalen, 2016.

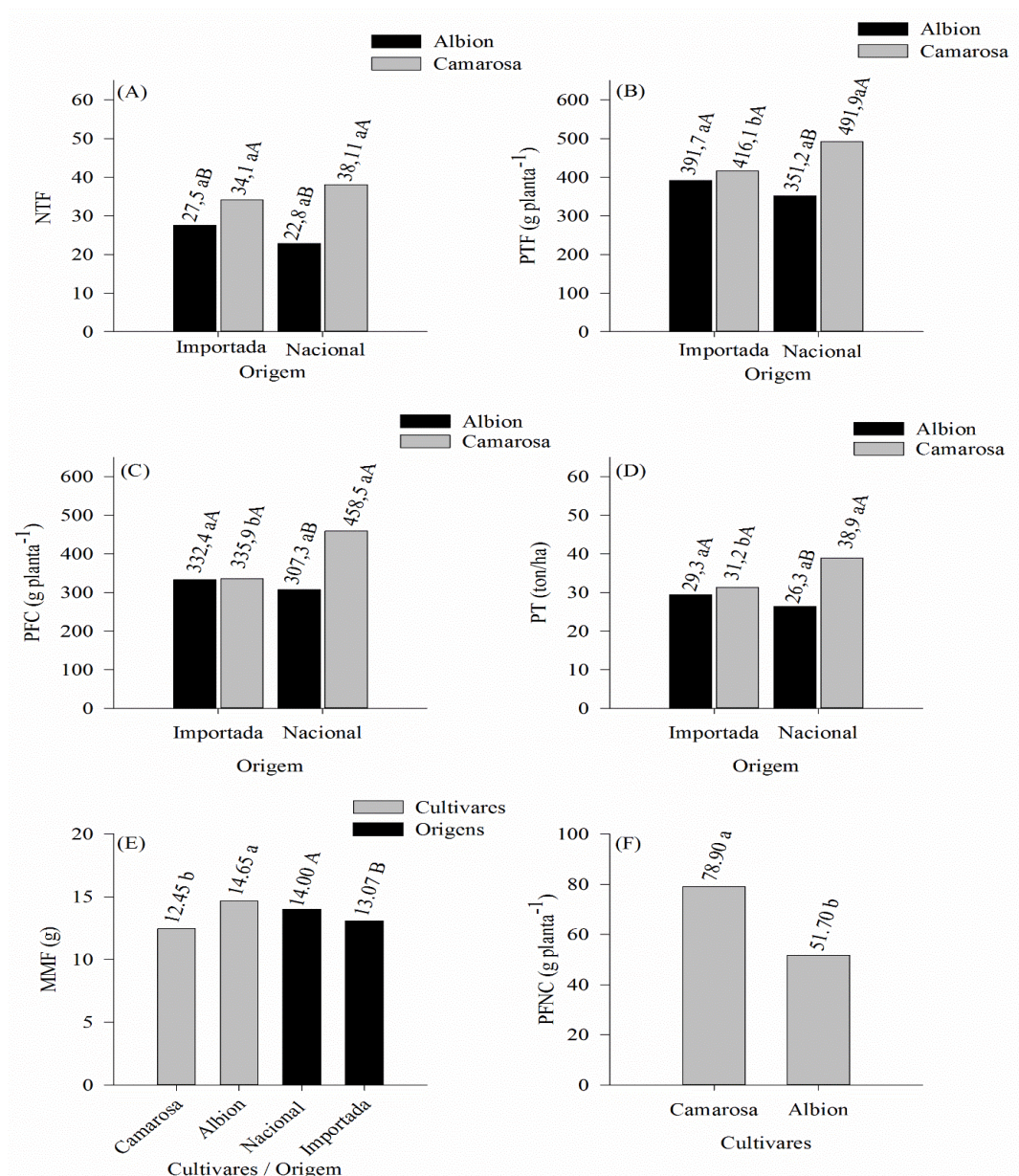


Para as variáveis de produção, foi possível observar interação significativa entre os fatores cultivares x origens das mudas, e separadamente para o fator substratos. Já para as análises de qualidade dos frutos, houve interação tripla significativa (cultivares x origens das mudas x substratos) para a variável AT e interação entre cultivares x origens das mudas para a razão SST/AT. Para a variável SST separadamente para cultivares e origens.

Para a variável número total de frutos (NTF), foi possível observar que, tanto para a origem Importada quanto para a Nacional, a cultivar Camarosa foi superior significativamente quando comparado a Albion. No entanto, quando se comparou origem das mudas dentro de

cultivar, não houve diferença significativa, ou seja, não houve influência da origem das mudas para esta variável (Figura 2A).

**Figura 2.** Produção de cultivares de morangueiro de diferentes origens em diferentes substratos: (A) número total de frutos (NTF); (B) produção total de frutos (PTF); (C) produção de frutos comerciais (PFC); (D) produtividade total; (E) massa média do fruto (MMF); (E) Produção de frutos não comerciais (PFNC). Letras minúsculas diferem a origem de cada cultivar e letras maiúsculas diferem as cultivares em cada origem, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Frederico Westphalen, 2016.



Para as variáveis produção total de frutos (PTF), produção de frutos comerciais (PFC) e produtividade total (PT) foi possível observar que, para a origem Nacional, a cultivar Camarosa foi superior significativamente quando comparado a Albion, não apresentando

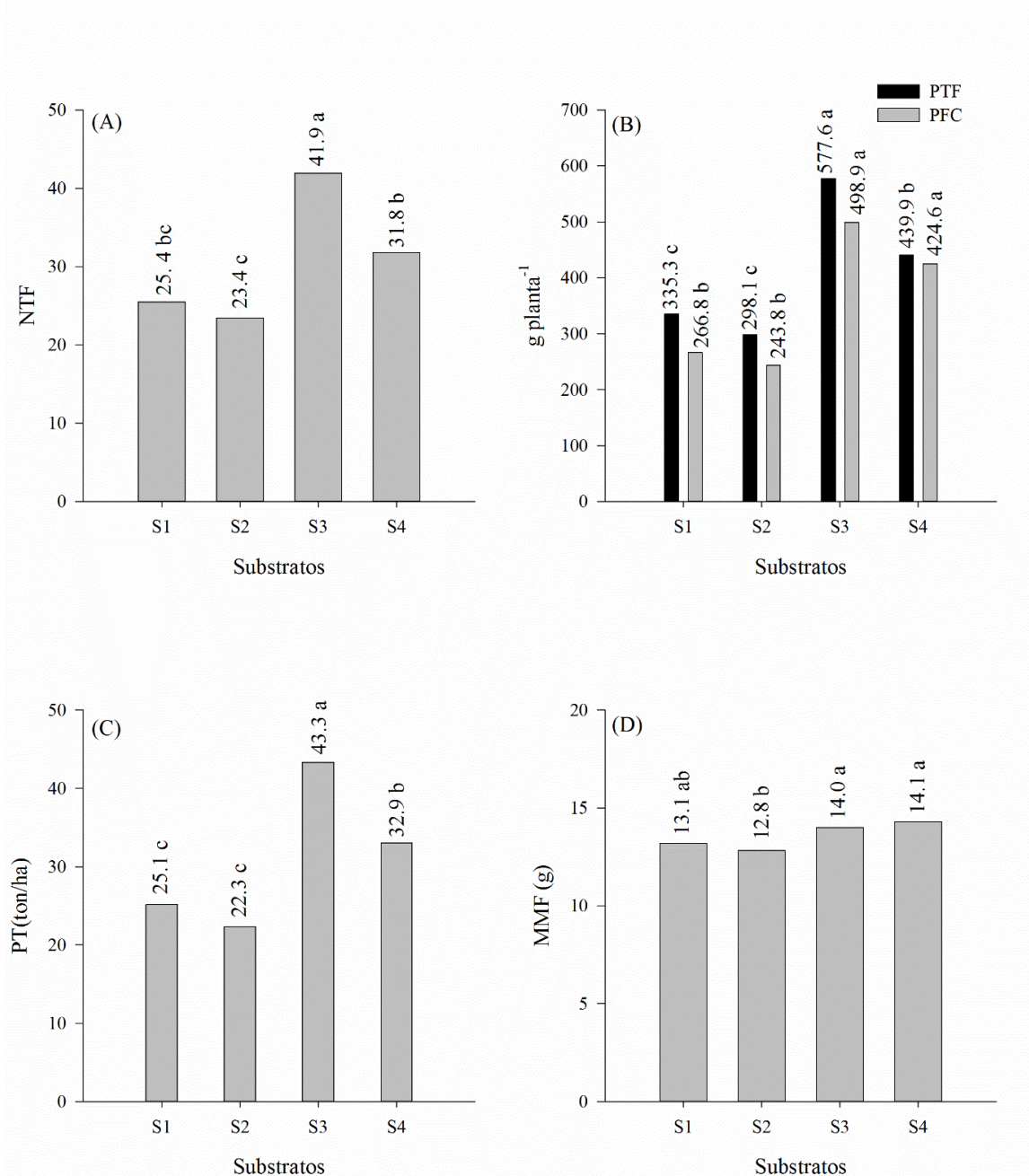
significância para a origem Importada. Quando se comparou origem das mudas dentro das diferentes cultivares, a Camarosa Nacional foi superior significativamente quando comparado a Importada. Observou-se, também, que a cultivar Albion não apresentou diferença significativa para estas variáveis quanto a origem das mudas (Figura 2B, 2C e 2D).

Para a variável massa média dos frutos (MMF), foi possível observar que a Albion foi superior significativamente quando comparado a Camarosa. Para a origem das mudas, as cultivares Importadas foram superiores as Nacionais (Figura 2E). Para a variável produção de frutos não comerciais (PFNC), a cultivar Camarosa foi superior significativamente quando comparado a Albion (Figura 2F). O resultado das variáveis apresentadas acima não influenciaram o massa média dos frutos (MMF), pois a cultivar que apresentou os frutos mais pesados foi a Albion. Entre as origens a Nacional foi superior a Importada (Figura 2E). Estes fatores podem influenciar na produção de frutos não comerciais (PFNC), porque a cultivar Camarosa apresentou-se superior a Albion (Figura 2F).

Para o fator substrato, foi possível observar, que S3 [casca de arroz queimada (70%) + composto orgânico (30%)] foi superior significativamente quando comparado aos demais substratos para as variáveis de produção número total de frutos (NTF), produção total de frutos (PTF) e produtividade total (PT) (Figura 3A, 3B, 3C). No entanto, para as variáveis massa de frutos comerciais (MFC) e massa média do fruto (MMF), o substrato S3 não diferiu significativamente apenas quando comparado ao S4 [casca de arroz queimada (70%) + substrato comercial Carolina<sup>®</sup> (30%)]. (Figura 3B; 3D).

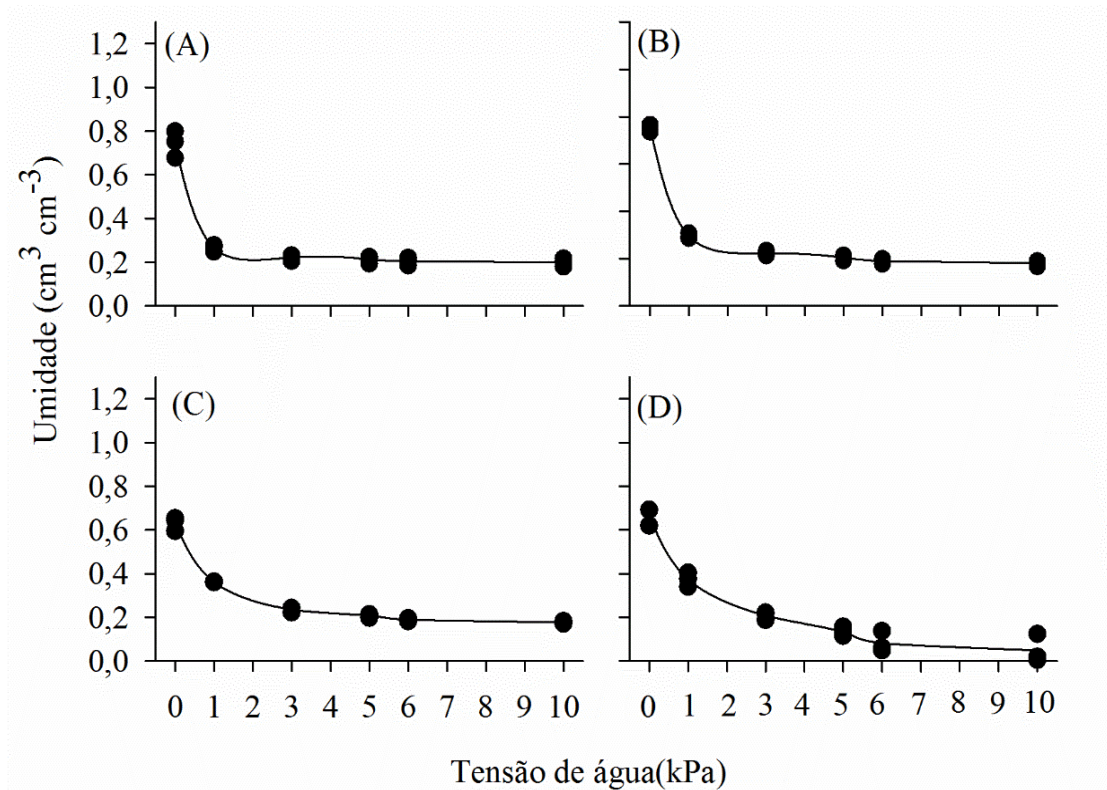


**Figura 3.** (A) Número total de frutos (NTF); (B) Produção de frutos comerciais (PFC) e Produção total de frutos (PTF); (C) Produtividade total (PT); (D) Massa média do fruto (MMF) de cultivares de morangueiro provenientes de diferentes origens. Médias seguidas por mesma letra não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade. Frederico Westphalen, 2016.



Os substratos S1, S2 e S4 possuem baixa densidade e elevada porosidade e, deste modo, a baixa capacidade de retenção de água pode ter influenciado o crescimento e desenvolvimento das plantas. A maior capacidade de retenção de água e nutrientes providas da fertirrigação em S3 provavelmente promoveu maior produção de frutos neste tratamento (Figura 4).

**Figura 4.** Curva de retenção de água das misturas de substratos (A) S1- bagaço de cana-de-açúcar triturado (70%) + composto orgânico (30%); (B) S2- bagaço de cana-de-açúcar triturado (70%) + substrato comercial Carolina (30%); (C) S3- casca de arroz queimada (70%) + composto orgânico (30%); (D) S4- casca de arroz queimada (70%) + substrato comercial Carolina (30%); . Frederico Westphalen, 2016.



Para a variável acidez titulável (AT), as menores médias foram observadas no substrato S4, com as cultivares Camarosa Importada e Albion Nacional. Para Albion Nacional, foi possível observar menor AT para o S4, quando comparado aos demais substratos. Os frutos produzidos pela cultivar Camarosa Nacional, apresentaram a menor AT para todos os substratos utilizados (Tabela 1).

**Tabela 1.** Acidez total (AT) de frutos de cultivares Camarosa (C) e Albion (A) de morangueiro provenientes de origem importada ou nacional, cultivadas em diferentes substratos (S1, S2, S3 e S4).

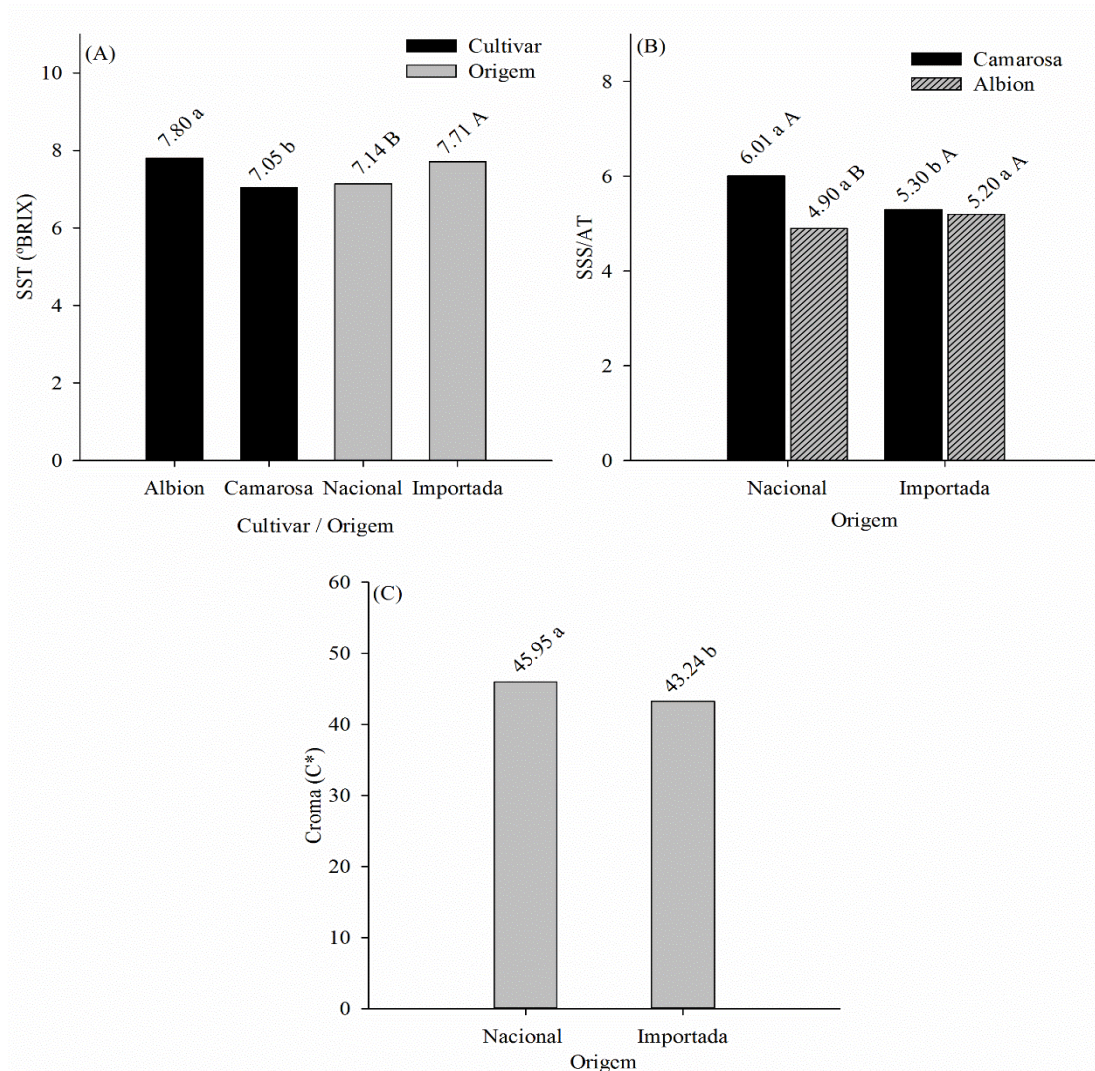
Substrato	Camarosa		Albion	
	Nacional	Importada	Nacional	Importada
	% ácido cítrico			
1	1.07 aB $\beta$	1.57 aA $\alpha$	1.67 aA $\alpha$	1.55 aA $\alpha$
2	1.22 aB $\beta$	1.5 aA $\alpha$	1.62 aA $\alpha$	1.62 aA $\alpha$
3	1.17 aB $\beta$	1.45 aA $\alpha$	1.65 aA $\alpha$	1.42 aA $\alpha$
4	1.12 aA $\alpha$	1.17 bA $\beta$	1.27 bB $\alpha$	1.52 aA $\alpha$
CV (%)	12,82			

Letras minúsculas comparam os substratos em cada cultivar e cada origem, letras maiúsculas comparam cada cultivar em diferentes origens e letras gregas comparam a origem das diferentes cultivares, em nível de 5 % de probabilidade.

Para a variável sólidos solúveis totais (SST), foi possível observar que a cultivar Albion apresentou maior teor de açúcares quando comparada a Camarosa ( $p < 0,05$ ). Já para o fator origem das mudas, observou-se que as mudas de origem Importada obtiveram maiores valores quando comparado às Nacionais ( $p < 0,05$ ) (Figura 5A).



**Figura 5.** Teor de sólidos solúveis totais SST (A), relação SST/AT (B) e coroma C\* (C) de cultivares de morangueiro provenientes de origens Nacional ou importada e cultivadas em diferentes substratos. Letras minúsculas comparam a origem das mudas dentro de cada cultivar e letras maiúsculas comparam as diferentes cultivares dentro de cada origem das mudas, a 5% de probabilidade.



Para a variável SST/AT, quando se comparou a mesma cultivar nas diferentes origens, foi possível observar que a Camarosa Nacional apresentou maior razão SST/AT quando comparado a Importada ( $p < 0,05$ ). Para a cultivar Albion, não houve diferença significativa entre as origens das mudas. Quando se comparou a origem das mudas dentro das cultivares, observou-se que a Camarosa Nacional apresentou maior razão SST/AT quando comparado a Albion da mesma origem ( $p < 0,05$ ). Já para a origem Importada, não houve diferença significativa entre as cultivares (Figura 5B).

Para a variável cor, as mudas de origem Nacional foram superiores significativamente quando comparado as Importadas (Figura 5C), indicando que os frutos das mudas de origem Nacional apresentaram cor vermelha mais intensa em relação aos frutos produzidos a partir de mudas Importadas, mantendo assim, a coloração mais atrativa para o mercado consumidor.

## 5.6 DISCUSSÃO

As relações entre a radiação solar, fotoperíodo, temperatura e água no solo com a qualidade e produção de frutos devem ser correlacionadas, pois estas possuem grande influência no morangueiro (LI et al., 2010).

Normalmente, relacionam-se a temperatura com a produção e qualidade dos frutos de morangos (KRÜGER et al., 2012). No entanto, tanto a temperatura quanto o fotoperíodo controlam vários processos fisiológicos (HEIDE et al., 2013), dentre os quais a indução floral, e quando temperaturas elevadas, podem causar abortamento de flores e induzir a emissão de estolões (SONSTEBY & HEIDE, 2013). O aumento de 3 °C na temperatura média do ar pode diminuir o número de frutos nas plantas (RADIN et al., 2011).

A intensidade luminosa possui especial importância para a produção e qualidade do frutos de morango (Xu et al., 2014). Por exemplo, o crescimento das plantas ocorre somente quando a quantidade de radiação solar recebida é superior ao limite trófico que, para a maioria das culturas, é de aproximadamente  $8,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ , considerado este o nível em que a planta produz o mínimo de fotoassimilados necessários à sua manutenção (TULLIO et al., 2013). Neste trabalho a média da radiação fotossinteticamente ativa atendeu as necessidades da cultura. A radiação solar elevada torna a produção e conversão dos fotoassimilados mais eficientes (MARTINEZ-FERRI et al., 2015), favorecendo a produção de matéria fresca de frutos (ROSA et al., 2013), matéria seca na coroa, raízes, folhas e estolões, além de favorecer acúmulo de substâncias de reserva (VERDIAL et al., 2009).

O NTF encontrados neste trabalho foi superior aos encontrados por Radin et al., (2011). Estes autores observaram que a cultivar Camarosa apresentou em média 18 frutos por planta. Segundo Pádua et al., (2015) a cultivar Camarosa produz aproximadamente 17 frutos por planta, já a Albion 12 frutos por plantas, isto pode ser atribuído ao maior número de folhas na cultivar Camarosa, conferindo a esta maior transformação da energia fotossintética para a produção de frutos.

A PTF apresentou resultados opostos aos observado por Oliveira et al., (2009), no qual as mudas importadas do Chile apresentaram melhor desempenho quando comparadas aquelas produzidas no sul do Rio Grande do Sul. Medeiros et al., (2008) observaram que a cultivar Camarosa apresentou produção de 345 g planta<sup>-1</sup>. Já Pádua et al., (2015) encontram produção de frutos por planta para a cultivar Camarosa de 157,34 g e para a cultivar Albion 137,00 g. Produção maior foi obtida por Godoi et al., (2009), com total de 934,7 g/planta, em sacolas e sistema fechado. Neste trabalho, a produção de frutos comerciais foram superiores aos encontrados por Pádua et al., (2015). Estes autores observaram 81,78 e 81,24 g planta<sup>-1</sup> para as cultivares Camarosa e Albion, respectivamente.

Os parâmetros de produção podem ser explicados pelas condições meteorológicas e pela constituição genética das cultivares de morangueiro. A ação destes dois fatores atuará diretamente sobre a produção de frutos de morango (ROSA et al, 2013). Por exemplo, a temperatura do ar e o fotoperíodo interagem para afetar a frutificação de cultivares de morango (DARNELL et al., 2003), sendo que cultivares de dias neutros florescem sob certos regimes de temperatura do dia e da noite (MASSA et al., 2015). Estas cultivares permanecem em floração em condições próximas a 21°C, entretanto temperaturas maiores que 30 °C inibem a floração (DURNER et al., 1984). A temperatura e combinações com fotoperíodos, alteram o início da floração, o que pode afetar a emissão de novas flores (BRADFORD et al., 2010) ou mesmo o seu abortamento, consistindo em um fator crítico para a manutenção da floração por um longo período de duração (MASSA et al., 2015). Neste trabalho, houve períodos com temperaturas elevadas com registros acima de 40° C, o que pode ter diminuído a produtividade.

A produção de frutos pode ser afetada pelo vigor da planta durante o período produtivo. Se a planta tiver pouca área foliar, a produção dos frutos será menor, em decorrência da baixa produção de fotoassimilados. Por isso os elementos meteorológicos, assim como a nutrição das plantas e a irrigação são tão importantes na produção (MARTINEZ-FERRI et al., 2015). Se estes fatores não forem atendidos, podem refletir na elevada produção de frutos não comerciais. Desta forma, foi possível observar neste trabalho que as cultivares avaliadas apresentaram boa adequação, bem como o local de realização deste experimento atendeu as necessidades da cultura quanto a radiação solar, fotoperíodo e temperatura do ar, pois os resultados alcançados estão bem próximos aos dados encontrados na literatura e as produções comerciais do Rio Grande do Sul.

Mudas importadas apresentam maior acúmulo de horas de frio, no entanto, podem apresentar dificuldades na retomado do crescimento gerando frutos de baixa qualidade, com

menor produtividade e menor resistência a pragas e doenças, em decorrência do estresse ocasionado pelo longo período de transporte desde o viveiro até o local de plantio definitivo (MORRISON & HERRINGTON, 2002), que leva em torno de pelo menos 30 dias, além do atraso desde a saída das mudas do viveiro até a chegada ao local de plantio destas mudas. Os frutos, quando inferior a 6,0 g são classificados como não comerciais. Neste trabalho, foi encontrado valores elevados, quando comparado aos resultados encontrados por Pereira et al., (2013) e Duarte Filho et al., (2004), os quais apresentaram médias de 6 e 20 g/planta respectivamente. Além disso, problemas de polinização e deficiência nutricional de boro podem ter causado maior deformidade dos frutos. Para a produção de frutos não comerciais (PFNC), foi possível observar valor de 9,2 e 11,3 g para a cultivar Camarosa e Albion, respectivamente. No entanto, Pádua et al., (2015) observaram frutos com massa inferior aos encontrados neste trabalho. Oliveira et al., (2009), observaram frutos mais pesados nas plantas Importadas quando comparado as Nacionais.

Os resultados referentes ao fator substrato estão relacionados às características físicas destes, uma vez que, o teor de saturação de água dos substratos muitas vezes pode ser superior a 50%, no entanto, pode reduzir rapidamente para menos de 10% em um pequeno aumento de tensão da água de apenas 20-40 cm de coluna de água (WANG et al., 2016). Os baixos resultados produtivos obtidos nas misturas S1 e S2 podem estar relacionados à utilização do bagaço de cana-de-açúcar na composição da mistura, pois nesta mistura observou-se menor quantidade de água disponível para as plantas, e um grande espaço de aeração, causando maior déficit hídrico (Figura 4). Diel et al., (2016), ao testarem compostos orgânicos para o cultivo de morangos concluíram que a mistura de casca de arroz carbonizada e composto orgânico proporciona a melhor eficiência do uso da água e produtividade na cultura do morangueiro semi-hidropônico.

A produção de morangos requer grandes quantidades de água em seu cultivo, ainda mais sob cultivo protegido, dependendo inteiramente de água fornecida via irrigação durante o ciclo de produção, sendo que o consumo de água difere substancialmente entre cultivares, na partição de biomassa para os frutos e na eficiência transpiração da biomassa na planta (MARTINEZ-FERRI et al., 2015). Além disso, o morangueiro por ter enraizamento superficial, elevada área foliar e grande teor de água no fruto, demanda quantidades de água relativamente elevadas (GRANT et al., 2010). Desta maneira o uso de cultivares mais tolerantes ao déficit hídrico, proporcionaria melhor eficiência no uso da água no cultivo de morango (MARTINEZ-FERRI et al., 2015). Diel et al., (2016) demonstram que dentre as

cultivares Albion e Camarosa, a última apresenta maior eficiência no uso da água, pois reflete maior produtividade de frutos.

O conteúdo de sólidos solúveis totais caracteriza a doçura nos frutos, e é uma característica de grande interesse pelos consumidores (SILVA et al., 2015), e juntamente com a acidez titulável, definem o aroma do morango, sendo a doçura relacionada diretamente ao SST, os quais definem a qualidade dos frutos, e esta é influenciada por fatores genéticos e condições ambientais (CAO et al., 2015). As cultivares possuem diferentes graus de SST (CAO et al., 2015), além disso, pode ocorrer influência quanto a origem das cultivares, como é o caso, por exemplo, das cultivares europeias, no qual possuem menor teor de SST comparadas a cultivares japonesas (YASHIRO et al., 2002). Já Samykanno et al. (2013) relataram que o teor de SST é mais dependente das condições ambientais do que dos genótipos utilizados na produção. Quando ocorre incremento na fotossíntese, há reflexos positivos na produção, transporte e partição de açúcares (CAO et al., 2015). Os açúcares solúveis são produtos diretos da fotossíntese, sendo que diferenças no teor de açúcares nos frutos também refletem de maneira indireta sobre a maior eficiência fotossintética (YU et al., 2015). A porcentagem de ácido cítrico pode variar conforme as cultivares. SAMIKANNO et al., (2013) encontraram valores mais elevados de AT para a cultivar Albion (1,0 % de ácido cítrico). Já NEOCLEOUS (2012) verificou que a cultivar Camarosa obteve frutos mais ácidos, com média de 0,92 % de ácido cítrico. Da mesma maneira, CORREIA et al., (2012) observaram que a Camarosa apresentou os maiores valores de AT com média de 0,42 % de ácido cítrico. Assim, pode-se inferir que as diferenças na acidez dos frutos ocorrem devido ao genótipo utilizado e ao local de cultivo.

Os teores de °Brix variam entre as cultivares e os locais de cultivo. Em cultivo convencional, no México, as médias variaram de 8,4 a 9,0 ° Brix. (ORNELAS-PAZ et al., 2013). Em cultivo protegido, na China, CAO et al., 2015 encontraram valores para Albion de 7,8 °Brix.

A variação do teor de SST também pode ser modificada tanto pelo sistema de cultivo quanto pelas práticas culturais, como época de plantio, cobertura do solo, adubação e irrigação, no qual possuem elevado impacto no acúmulo de SST em frutos de morango (CORREIA et al., 2011; MOSHIUR RAHMAN et al., 2014). O sabor da fruta é determinado principalmente pelo conteúdo de ácidos totais, sólidos solúveis totais e sua relação (KRÜGER et al., 2012). A relação SST/AT depende da cultivar e também da época de colheita (KRÜGER et al., 2012; SAMEC et al., 2016). Segundo SAMIKANNO et al., 2013 os frutos da cultivar Albion apresentaram menor relação SST/AT com média de 10 ratio. A cultivar

Camarosa apresentou menor valor de SSS/AT (7.7), sugerindo menor qualidade desta cultivar (NEOCLEOUS et al., 2012), estes mesmos autores não encontraram diferenças de acordo com o tipo de substrato utilizado, revelando esta dependência exclusivamente genotípica.

Croma é uma característica que permite a avaliação do grau de diferença de qualquer tonalidade em relação a cor cinza com a mesma leveza, sendo considerado o atributo quantitativo de coloração, quanto maior o valor de C\* mais vermelho é o fruto (SAMEC et al., 2016). Cocco et al. (2015) destacam que este valor pode ser afetado pela localização em que os frutos são produzidos.

Samec et al., (2016) explicam a relação da temperatura em genótipos, pois o aumento na amplitude térmica do dia/noite são capazes de afetar a coloração dos frutos. Por exemplo, quando a cultivar Korona foi cultivada em áreas mais ao sul do Hemisfério Norte, foram observados maiores valores de C\*, do que quando comparado as mesmas cultivadas mais ao norte, sugerindo o efeito positivo das baixas temperaturas na coloração de saturação (KRÜGER et al., 2012). Estes contrariam o observado neste trabalho, no qual as mudas de origem Nacional quando cultivadas sob temperaturas mais elevadas apresentaram maiores valores de croma. A cor vermelha mais viva dos frutos significa maiores quantidades de antocianinas (JOSUTTIS et al., 2012), o que pode ser atribuída ao maior teor de pelargonidina 3-glucosídeo, sendo esta a principal antocianina que confere cor vermelha ao morango (KRÜGER et al., 2012).

Os resultados obtidos no presente estudo permitem considerar que substratos com características físicas ideais, proporcionam maior impacto na produção de morangueiro, além da utilização de misturas de baixo custo e com disponibilidade na região, o que aumentaria a lucratividade do sistema. Além disso, inferir a cultivar mais adequada e a origem destas permitem melhorar a produtividade que o sistema podem alcançar.

## 5.7 CONCLUSÕES

A cultivar Camarosa de morangueiro de origem Nacional, quando cultivado em composto orgânico misturado de casca de arroz queimada tem os melhores resultados de produção e qualidade de frutos de morango.

## 5.8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAD, M.; FORNES, F.; CARRION, C.; NOGUERA, V.; NOGUERA, P.; MAGUIEIRA, A.; PUCHADES R. Physical properties of various coconut coir dusts compared to peat. **HortScience**, v.40, p. 2138–2144, 2005.
- AHMAD, H., SAJID, M., ULLAH, R., HAYAT, S., SHAHAB, M. Dose optimization of potassium (K) for yield and quality increment of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch) Chandler. **American Journal of Experimental Agriculture**, v. 4, p. 1526–1535, 2014.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, p. 711-728, 2013.
- ANTUNES, L. E. C.; COCCO, C. Tecnologia para a produção de frutas e mudas do morangueiro. **Agropecuária Catarinense**, v. 25, n. 2, p. 61-65, 2012.
- ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, J. Sistema de produção do morango. In: SANTOS, A. M. et al. Sistemas de produção. Pelotas: EMBRAPA CT, 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/cap01.htm>>. Acesso em: 23. 12. 2015.
- BRADFORD, E.; HANCOCK, J.F.; WARNER, R. M. Interaction of temperature and photoperiod determine expression of repeat flowering in strawberry. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, V. 135, p. 102–107, 2010.
- CAO, F.; GUAN, C.; DAI, H.; LI, X.; ZHANG, Z. Soluble solids content is positively correlated with phosphorus content in ripening strawberry fruits. **Scientia Horticulturae**. V.195, p.183–187, 2015.
- CARUSOA, G.; VILLARI, G.; MELCHIONNAC, G.; CONTI, S. Effects of cultural cycles and nutrient solutions on plant growth, yield and fruit quality of alpine strawberry (*Fragaria vesca* L.) grown in hydroponics. **Scientia Horticulturae**, v. 129, p. 479–485, 2011.
- COCCO, C.; MAGNANI, S.; MALTONI, M. L.; QUACQUARELLI, I.; CACCHI, M.; ANTUNES, L. E. C.; DANTUONO, L. F.; FAEDI, W.; BARUZZI, G. Effects of site and genotype on strawberry fruits quality traits and bioactive compounds. **Journal of Berry Research**, v. 5, p. 145-155, 2015.
- CORREIA, P.J., PESTANA, M., MARTINEZ, F., RIBEIRO, E., GAMA, F., SAAVEDRA, T., PALENCIA, P. Relationships between strawberry fruit quality attributes and crop load. **Scientia Horticulturae**, v. 130, p. 398–403, 2011.
- DARNELL, R.L.; CANTLIFFE, D.J.; KIRSCHBAUM, D.S. CHANDLER C.K. The physiology of flowering in strawberry. **Horticultural Reviews**, v. 28, p. 325–350, 2003.

DIEL, M. I.; SCHMIDT, D.; OLIVOTO, T.; ALTISSIMO, C. S.; PRETTO, M. M.; PINHEIRO, M. V. M.; SOUZA, V. Q.; CARON, B. O.; STOLZE, J. R. Efficiency of Water use for Strawberries Cultivated in different Semi-Hydroponic Substrates. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 10, p. 31-37, 2016.

DUARTE FILHO, J.; ANTUNES, L.E.C.; PADUA, J.G. GA3 e Paclobutrazol no florescimento e na produção de frutos em duas cultivares de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, v. 22, n. 2, p. 202-205, 2004.

DURNER, E.F.; BARDEN, J.A.; HIMELRICK, D.G.; POLING, E. B. Photoperiod and temperature effects on flower and runner development in day-neutral, junebearing, and everbearing strawberries. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 109, p. 396–400, 1984.

GRANT, O.M.; JOHNSON, A.W.; DAVIES, M.J.; JAMES, C.M.; SIMPSON, D.W. Physiological and morphological diversity of cultivated strawberry (*Fragaria × ananassa*) in response to water deficit. **Environmental and Experimental Botany**, v. 68, p. 264–272, 2010.

GODOI, R. S.; ANDRIOLO, J. L.; FRANQUÉZ, G. G.; JÄNISCH, D. I.; CARDOSO, F. L.; VAZ, M. A. B. Produção e qualidade do morangueiro em sistemas fechados de cultivo sem solo com emprego de substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n. 4, p. 1039-1044, 2009.

HEIDE, O. M.; STAVANG, J. A.; SONSTEBY, A. Physiology and genetics of flowering in cultivated and wild strawberries – a review. **The Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 88, p. 1–18, 2013.

HERRINGTON, L.; WOOLCOCK, M.; WEGENER, M.; DIETERS, J. MOISANDER. Cultivate differences in tolerance to rain damage. **Acta Horticulturae**, 842, 2009, p. 483-486.

JOSUTTIS, M.; CARLEN, C.; CRESPO, P.; NESTBY, R.; TOLDAM-ANDERSEN, T. B.; DIETRICH, H.; KRUGER, E. A comparison of bioactive compounds of strawberry fruit from Europe affected by genotype and latitude. **Journal of Berry Research**, v. 2, p. 73–95, 2012.

KRÜGER, E.; JOSUTTIS, M.; NESTBY, R.; TOLDAM-ANDERSEN, T. B.; CARLEN, C.; MEZZETTI, B. Influence of growing conditions at different latitudes of Europe on strawberry growth performance, yield and quality. **Journal of Berry Research**, v. 2, p.143–157, 2012.

KRÜGER E.; TOLDAM-ANDERSON, T.; DIETRICH H. Influência climática em compostos de rendimento morango, qualidade e bioativos em diferentes condições de cultivo europeus. **Acta Horticulturae**, v. 842, p. 903-9062009.

LÓPEZ-MEDINA, J. The use of substrates for strawberry production in Spain. Proceedings of International Conference on Alternatives to Methyl Bromide. **The Remaining Challenges**, p. 77–81, 2002.

MARTÍNEZ-FERRI, E. SORIA, C.; ARIZA, M. T.; MEDINA, J. J.; MIRANDA, L.; DOMINGUEZ, P.; MURIEL, J. L. Water relations, growth and physiological response of seven strawberry cultivars (*Fragaria × ananassa* Duch.) to different water availability. **Agricultural Water Management**, v. 164, p. 73-82, 2015.



MASSA, G.D.; SANTINI, J.B.; C.A. MITCHELL. Minimizing energy utilization for growing strawberries during long-duration space habitation. **Advances in Space Research**, v. 46, p. 735–743, 2010.

MASSA, G. D.; CHASE, E.; SANTINI, J. B.; MITCHELL, C. A. Temperature affects long-term productivity and quality attributes of day-neutral strawberry for a space life-support system. **Life Sciences in Space Research**, v. 5, p. 39–46, 2015.

MAZUR, S. P.; NES, A.; WOLD, A.; REMBERG, S. F.; MARTINSEN, B. K.; AABY, K. Effects of ripeness and cultivar on chemical composition of strawberry (*Fragaria ananassa* Duch.) fruits and their suitability for jam production as a stable product at different storage temperatures. **Food Chemistry**, v.146, p. 412–422, 2014.

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. **Horticultura Brasileira**, v.26, p. S4827-S4831, 2008.

MELO, G. W.; VANIN, B.; BRUNETTO, G.; ADAMES, M.; BASSO, A.; CASALI, A.V. 2010. Avaliação do comportamento produtivo do morangueiro em diferentes substratos. Disponível em: <http://www.fertbio2010.com/TRABALHOS/679.pdf> Acesso em 29 de jan 2016.

MOSHIUR RAHMAN, M., RAHMAN, M.M., HOSSAIN, M.M., KHALIQ, Q.A., MONIRUZZAMAN, M. Effect of planting time and genotypes growth: yield and quality of strawberry (*Fragaria* × *ananassa* Duch). **Scientia Horticulturae**, v.167, p. 56–62, 2014

MORRISON, B.; HERRINGTON, M. Strawberry breeding in Australia. **Acta Horticulturae**, v. 567, p. 125–128, 2002.

NEOCLEOUS, D. Effects of cultivars and coco-substrates on soilless strawberry production in Cyprus. **Journal of Berry Research**, v. 2, p. 207-213, 2012.

OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTARO, W.B. Produção de frutos de morango em função de diferentes períodos de vernalização das mudas. **Horticultura Brasileira**, v.27, p. 091-095, 2009.

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

ORNELAS-PAZ, J. J., YAHIA, E. M., RAMÍREZ-BUSTAMANTE, N., PÉREZ-MARTÍNEZ, J. D., ESCALANTE-MINAKATA, M. P., IBARRA-JUNQUERA, V. OCHOA-REYES, E. Physical attributes and chemical composition of organic strawberry fruit (*Fragaria* × *ananassa* Duch, Cv. Albion) at six stages of ripening. **Food Chemistry**, v. 138, 372-381, 2013.

PÁDUA, J. G.; DUARTE FILHO, J.; ARAUJO, T. H.; PEREIRA, S. G.; CARMO, E. L.; COSTA, F. E. C.; DIAS, M. S. C. Desempenho agrônômico e comportamento de cultivares de morangueiro quanto à mancha de pestalotiopsis e às podridões dos frutos. **Revista Agrogeoambiental**, v. 17, p. 65-74, 2015.

PAGOT, E.; HOFFMANN, A. Produção de pequenas frutas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 1. 2003, Vacaria. Anais ... Bento Gonçalves: **Embrapa Uva e Vinho**, p.9-17. (Documentos, 37), 2003.

PEREIRA, W. R.; SOUZA, R. J.; YURI, J. E.; FERREIRA, S. Produtividade de cultivares de morangueiro, submetidas a diferentes épocas de plantio. **Horticultura Brasileira**, v.31, p. 500-503, 2013.

RADIN, B.; LISBOA, B. B.; WITTER, S.; BARNI, V.; REISSER JUNIOR, C.; MATZENAUER, R.; FERMINO, M. H. Desempenho de quatro cultivares de morangueiro em duas regiões ecoclimáticas do Rio Grande do Sul. **Horticultura Brasileira**, v.29, p. 287-291, 2011.

ROSA, H. STRECK, N. A.; WALTER, L. C.; ANDRIOLO, J. L.; SILVA M. R. Crescimento vegetativo e produtivo de duas cultivares de morango sob épocas de plantio em ambiente subtropical. **Revista Ciência Agrônômica**, v.44, p. 604-613, 2013.

SAMEC, D.; MARETIC, M.; LUGARIC, I.; MESIC, A.; SALOPEK-SONDI, B.; DURALIJA, B. Assessment of the differences in the physical, chemical and phytochemical properties of four strawberry cultivars using principal component analysis. **Food Chemistry**, v. 194, p. 828–834, 2016.

SAMYKANNOA, K.; PANGA, E.; MARRIOT, P. J. Genotypic and environmental effects on flavor attributes of ‘Albion’ and ‘Juliette’ strawberry fruits. **Scientia Horticulturae**, v.164, p.633–642, 2013.

SAS institute Inc. 2010. SAS/STAT 9.22 User’s Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc.

SILVA M. S.; DIAS M. S. C.; PACHECO D. D. Desempenho produtivo e qualidade de frutos de morangueiros produzidos no norte de Minas Gerais. **Horticultura Brasileira**, v.33, p. 251-256, 2015

SONSTEBY, A.; OPSTAD, H.; HEIDE O.M. Environmental manipulation for establishing high yield potential of strawberry forcing plants. **Scientia Horticulturae**, v. 157, p. 65–73, 2013.

TULLIO, J. A.; OTTO, R. F.; BOER, A.; OHSE, S. Cultivo de Beterraba em ambientes protegido e natural na época de verão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** (Impresso), v. 17, p. 1074-1079, 2013.

VERDIAL, M. F.; NETO, J. T.; MINAMI, K.; FILHO, J. A. S.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; SCARPARE, F. V.; BARELA, J. F.; AGUILA, J. S.; KLUGE, R. A. Fisiologia de mudas de morangueiro produzidas em sistema convencional e em vasos suspensos. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 31, p. 524-531, 2009.

VERHEUL, M.J.; SØNSTEBY, A.; GRIMSTAD, S.O. influence of day and night temperature on flowering of *Fragaria x ananassa* duch cvs. Korona and Elsanta. **Scientia Horticulturae**, V.112, p. 200–206, 2007.

WANG, D.; GABRIEL, M. Z.; LEGARD, D.; SJULIN, T. Characteristics of growing media mixes and application for open-field production of strawberry (*Fragaria ananassa*). **Scientia Horticulturae**, v. 198, p. 294–303, 2016.

WREGE, M. S.; REISSER JÚNIOR, C.; ANTUNES, L. E. C.; OLIVEIRA, R. P. D.; HERTER, F. G.; STEINMETZ, S; GARRASTUZU, M. C.; MATZENAUER, R.; SANTOS, A. M. D. Zoneamento agroclimático para produção de mudas de morangueiro no Rio Grande do Sul. **Documentos**, **187**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007, 27 p.

XU, F. SHI, L.; CHEN, W.; CAO, S.; SU, X.; YANG, Z. Effect of blue light treatment on fruit quality, antioxidant enzymes and radical-scavenging activity in strawberry fruit., *Scientia Horticulturae*, v. 175, p. 181–186, 2014.

YASHIRO, K., TOMITA, K., EZURA, H. Is it possible to breed strawberry cultivars, which confer firmness and sweetness? **Acta Horticulturae**, v. 567, p. 223–226, 2002

YU, J.; WANG, M.; DONG, C. XIE, B.; LIU, G. FUA, Y.; LIU, H. Analysis and evaluation of strawberry growth, photosynthetic characteristics, biomass yield and quality in an artificial closed ecosystem. **Scientia Horticulturae**, v.195, p.188–194, 2015.

ZHANG, Y.; SEERAM, N.P.; LEE, R.; FENG, L; HEBER, D. Isolation and identification of strawberry phenolics with antioxidant and human cancer cell antiproliferative properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, p. 670–675, 2008.

## 6. DISCUSSÃO GERAL

O morangueiro é uma planta muito exigente em condições meteorológicas, sendo que a temperatura e o fotoperíodo são os principais fatores que regulam a planta (SILVA et al., 2007). No ano de 2015, as temperaturas em Frederico Westphalen permaneceram elevadas, fator provocado pelo El Niño, com períodos chuvosos durante todo o ciclo de produção dos frutos. Além das altas temperaturas, a radiação solar atendeu as exigências da cultura, sendo que a média ficou acima dos  $8,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ .

Sabe-se que a intensidade da radiação solar é um elemento meteorológico importante para o desenvolvimento do morangueiro, pois participa da produção de matéria seca de todos os órgãos da planta, além de proporcionar acúmulo de substâncias de reserva (VERDIAL et al., 2009), as quais são importantes para elevada produção de frutas.

O sistema semi-hidropônico possibilita maior controle dos elementos meteorológicos, pois neste é possível regular as temperaturas baixas, e otimizar a radiação solar no interior do ambiente protegido, pois esta é espalhada de maneira com que as plantas aproveitam-na de forma mais eficiente na partição desta energia, favorecendo o crescimento e o desenvolvimento das plantas.

O crescimento e o desenvolvimento do morangueiro passam por diversas fases. Estas transições da fase vegetativa para a reprodutiva envolvem uma série de processos consecutivos incluindo a indução, iniciação, diferenciação e desenvolvimento floral (BOSC, 2013). Vários fatores ambientais, dentre eles o fotoperíodo e a temperatura, são conhecidos por estarem envolvidos na indução floral (BOSC, 2013).

A cultivar Camarosa, independente da origem, necessitou de menor acúmulo térmico para a emissão de folhas. Já a cultivar Albion, de origem Importada foi mais precoce em relação às demais para o período reprodutivo. Desta maneira a cultivar Albion é mais tardia quanto ao desenvolvimento de folhas, mas mais precoce quanto a produção de frutos.

Os resultados de filocrono repercutiram na produção de frutos. A cultivar Camarosa de origem nacional apresentou maior número de frutos totais e massa total de frutos por planta.

A cultivar mais produtiva foi Camarosa e diferentemente dos resultados rotineiramente encontrados na literatura, a origem Nacional apresentou os melhores resultados, mostrando que a região na qual foi produzida as mudas atende aos requisitos climáticos e sanitários que a produção de mudas requer.

Os atributos de qualidade, os quais conferem o sabor aos frutos foram melhores na cultivar Camarosa, na origem importada. Frutos de cultivares nacionais apresentaram-se com

coloração mais intensa. Desta maneira, percebe-se que o manejo das variáveis ambientais, por meio do cultivo protegido, está atrelado não somente à produção, mas também à qualidade dos frutos (RESENDE et al., 2010).

Sabe-se que a radiação solar influencia na qualidade dos frutos, sendo que o sabor mais adocicado da cultivar Camarosa pode estar relacionado a sua maior quantidade de folhas, que contribuiu para maior aproveitamento da energia solar na conversão em açúcares para os frutos, além da temperatura do local do cultivo. Além disso a radiação solar é necessária para a melhor produção dos frutos, sendo que a maior quantidade de folhas na cultivar Camarosa proporcionou vantagens produtivas em relação a Albion, que mostrou menor capacidade de emitir folhas, fato menos favorável à transformação de energia fotossintética e conseqüente menor acúmulo de substâncias de reserva ao morangueiro e em conseqüência ter colaborado com o rendimento de frutos (TAZZO et al., 2015). Outro fator que pode ter colaborado para as baixas produtividades neste ciclo produtivo podem estar relacionadas às altas temperaturas no ambiente de cultivo.

Para todas as variáveis analisadas, os melhores resultados foram para o substrato composto por casca de arroz queimada e composto orgânico, conferindo a estes as boas características físicas para a utilização como substrato alternativo para a produção de morangueiro em semi-hidroponia.

## **7. CONCLUSÕES GERAIS**

A cultivar mais produtiva foi a Camarosa de origem Nacional, sendo possível a diminuição dos custos com mudas adquiridas de viveiro nacional da região Central do Rio Grande do Sul que possui características para a produção de mudas, e apresentaram boas produtividades por planta.

Melhores produções são atingidas em substratos compostos com casca de arroz queimada em mistura com composto orgânico pelas características físicas serem condizentes com as exigências do morangueiro.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOSC, J. P. Effect of two diurnal temperatures during simulated natural chilling of 'Gariguette' strawberry. **Journal of Berry Research**, Ancona, v. 3, p. 213-216, 2013.

RESENDE J. T. V.; MORALES, R. G. F.; FARIA, M. V.; RISSINI, A. L. L.; CAMARGO, L. K. P.; CAMARGO, C. K. Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, p. 185-189, 2010.

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

TAZZO, I. F. FAGHERAZZI, A. F.; LERIN, S.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L. Exigência térmica de duas seleções e quatro cultivares de morangueiro cultivado no planalto catarinense. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 37, p. 550-558, 2015.

VERDIAL, M. F.; NETO, J. T.; MINAMI, K.; FILHO, J. A. S.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; SCARPARE, F. V.; KLUGE, R. A. Fisiologia de mudas de morangueiro produzidas em sistema convencional e em vasos suspensos. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, p. 524-531, 2009.