

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE EDUCAÇÃO SUPERIOR NORTE DO RIO GRANDE DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA:
AGRICULTURA E AMBIENTE**

**FENOLOGIA, POTENCIAL PRODUTIVO E FONTES
DE ADUBAÇÃO NO CULTIVO DO MORANGUEIRO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Kassia Luiza Teixeira Cocco

**Frederico Westphalen, RS, Brasil
2014**

FENOLOGIA, POTENCIAL PRODUTIVO E FONTES DE ADUBAÇÃO NO CULTIVO DO MORANGUEIRO

por

Kassia Luiza Teixeira Cocco

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Agricultura e Ambiente, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) *campus* de Frederico Westphalen, como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia.**

Orientadora: Profa. Dra. Denise Schmidt

**Frederico Westphalen, RS, Brasil
2014**

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

Cocco, Kassia Luiza Teixeira
Fenologia, Potencial Produtivo e Fontes de Adubação no Cultivo do Morangueiro/ Kassia Luiza Teixeira Cocco. – 2014.
85 p.; 30 cm

Orientadora: Denise Schmidt
Coorientador: Paulo Augusto Manfron
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Educação Superior Norte do Rio Grande do Sul *campus* Frederico Westphalen, Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente, RS, 2014.

1. *Fragaria x ananassa* 2. Estádios fenológicos 3. Produção 4. Teores foliares 5. Fertilização I. Schmidt, Denise II. Manfron, Paulo Augusto III. Título.

© 2014

Todos os direitos autorais reservados a Kassia Luiza Teixeira Cocco. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

Endereço: Rodovia RS 150, km 09, s/n, interior. CEP 98440-000 – Caiçara/RS, Brasil.

Fone: (55)99483568 Endereço eletrônico: kassiacocco@hotmail.com

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Educação Superior Norte do Rio Grande do Sul
Programa de Pós-Graduação em Agronomia:
Agricultura e Ambiente**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

**FENOLOGIA, POTENCIAL PRODUTIVO E FONTES DE ADUBAÇÃO
NO CULTIVO DO MORANGUEIRO**

elaborada por
Kassia Luiza Teixeira Cocco

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:

Denise Schmidt, Dra.
(Presidente/Orientadora)

Braulio Otomar Caron, Dr.
(Universidade Federal de Santa Maria – UFSM)

Eunice Oliveira Calvete, Dra.
(Universidade de Passo Fundo – UPF)

Frederico Westphalen, 21 de março de 2014.

Aos meus pais, Cleides e Adalberto,
por abdicarem de seus sonhos em favor dos meus.
A minha avó materna, Paulina Campanholo (*in memoriam*),
meu exemplo de vida e fé.

DEDICO...

AGRADECIMENTOS

Em um primeiro momento, agradeço a Deus, pela vida e saúde.

Aos meus pais, Cleides e Adalberto, pelo dom mais precioso: a vida. Vocês são meus exemplos de vida, simplicidade e dignidade. Agradeço por me ensinarem a honrar e amar a terra e, acima de tudo, pelos valores que me transmitiram desde criança: educação, respeito e gratidão! Da mesma maneira, agradeço às minhas irmãs, Katiê e Karoline, pelo incentivo, dedicação e apoio em todos os momentos...

A Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) e ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente (PPGAAA) pela oportunidade de realizar o Mestrado em uma instituição pública, gratuita e de qualidade. Também à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo.

A professora Dra. Denise Schmidt, além da orientação na realização deste trabalho, agradeço pelos ensinamentos, conselhos e amizade durante todo o período; és um grande exemplo para mim, pela perseverança, coragem e fibra. Ao meu co-orientador, professor Dr. Paulo Augusto Manfron, pela confiança... Aos demais professores do PPGAAA, pelo conhecimento e exemplos transmitidos e pela contribuição em minha formação profissional.

Aos colegas da segunda turma do mestrado, pelos momentos de convívio, amizade, companheirismo, colaboração e apoio: Cristiano Bellé, Tiago Edu Kaspary, Altamir Mateus Bertollo, Marcela Reinehr, Ezequiel Koppe, Débora Turchetto Zamban, Diego Menegol, Lucindo Somavilla, Janine Pilau e Alex Dellai.

Agradeço aos colegas e amigos do grupo de pesquisa pelo auxílio no desenvolvimento do projeto e pelos momentos de amizade, paciência e compreensão: Daiane Prochnow, Francisco Dalla Nora, Bruna Altíssimo, Ezequiel Holz, Leonardo Thiesen, Tainara Gris, Tassiana Dacás, Géssica Fritsch, Jaqueline Sgarbossa e Anderson Meincke. Em especial, às queridas Aline Benkowitz e Daniele Fontana, por se fazerem presentes em todos os momentos e por me auxiliarem na condução e execução de todas as etapas do projeto.

Ao Ângelo Augusto Zambon, pelo companheirismo, amizade, carinho, paciência, compreensão e contribuição durante todos os momentos. Muito obrigada!

Gostaria de agradecer ao professor Renato Trevisan pelo incentivo no início da graduação e por ter me possibilitado iniciar pesquisa com o cultivo do morangueiro, fato determinante para alcançar o objetivo do mestrado.

Também gostaria de estender meus agradecimentos à professora Dra. Adriana Graciela Desiré Zecca, que além dos ensinamentos e da amizade durante todo o período, possibilitou a realização das análises referentes à pesquisa, disponibilizando o laboratório de fruticultura.

A todas as pessoas que, de uma maneira ou outra, colaboraram para a realização deste sonho e que me incentivaram na busca da realização plena de meus ideais. A vocês, dedico o primeiro passo do vasto caminho da ciência!

Muito Obrigada!

*“Talvez não tenhamos conseguido fazer o melhor,
mas lutamos para que o melhor fosse feito...
Não somos o que deveríamos ser,
não somos o que iremos ser...
Mas, Graças a Deus, não somos o que éramos...”*

Martin Luther King.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia: Agricultura e Ambiente
Universidade Federal de Santa Maria

FENOLOGIA, POTENCIAL PRODUTIVO E FONTES DE ADUBAÇÃO NO CULTIVO DO MORANGUEIRO

AUTOR: KASSIA LUIZA TEIXEIRA COCCO

ORIENTADOR: DRA. DENISE SCHMIDT

Frederico Westphalen/RS, 21 de março de 2014.

O objetivo geral do trabalho foi determinar a fenologia e o potencial produtivo de cultivares de morangueiro, assim como avaliar diferentes fontes de adubação na produção de morango. No primeiro experimento, foram avaliadas as cultivares Camarosa, Camino Real e Albion, em dois anos agrícolas. Caracterizou-se o tempo de ocorrência e a duração de nove subperíodos dos estádios fenológicos da floração e frutificação, bem como o tempo decorrido entre o transplante e o início da floração, início da frutificação e início e término da colheita. No segundo experimento, avaliou-se a cultivar Camarosa com diferentes fontes de adubação em pré-plantio: Testemunha, Topmix™, Formulação Comercial NPK e NPK Formulado, sendo o período dividido em quatro épocas e realizando-se coletas de material vegetal a cada 40 dias. Na avaliação da produtividade, para ambos os experimentos, realizou-se contagem do número de frutos, pesagens e medições de maior largura e comprimento, assim como determinação dos teores de sólidos solúveis totais. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para alcançar o início da floração, frutificação e colheita, no ano de 2012, a cultivar Camarosa foi mais precoce. Para o ano de 2013, a cultivar Albion apresentou maior precocidade. De maneira geral, as cultivares Albion, Camino Real e Camarosa perfizeram, aproximadamente, 44 dias, 40 dias e 34 dias, respectivamente. Para as variáveis número de pseudofrutos por planta e produtividade, a cultivar Camarosa apresentou os maiores valores, para ambos os anos. Considerando os teores de sólidos solúveis totais, conclui-se que a cultivar Albion apresentou os maiores valores de °Brix, para os dois anos. Ao final do segundo experimento, foram verificadas aproximadamente 615 g planta⁻¹ para o tratamento Topmix, evidenciando a maior produtividade deste para as condições deste experimento. Os maiores valores de massa fresca de pseudofrutos foram observados na segunda época avaliada, sendo que os tratamentos mostraram-se bastante semelhantes. O número de pseudofrutos foi superior na terceira época avaliada, os teores de sólidos solúveis totais (SST) não diferiram entre as épocas, a largura de pseudofrutos foi maior na segunda e quarta épocas e o comprimento não diferiu entre as épocas. O tratamento Topmix apresentou as maiores médias para número de pseudofrutos, SST, largura e comprimento. Os teores de nitrogênio foram maiores na primeira época e a Testemunha apresentou os menores valores. Os teores de fósforo foram maiores no tratamento NPK Formulado e na primeira época. Para o potássio, não houve diferença entre os tratamentos e os teores foliares foram inferiores na primeira época. Os teores foliares de nitrogênio e potássio encontraram-se nas faixas de suficiência, enquanto os valores de fósforo ficaram abaixo da faixa considerada como suficiente na cultura do morangueiro.

Palavras-Chave: *Fragaria x ananassa* Duch. Estádios fenológicos. Produção. Teores foliares.

ABSTRACT

Master Dissertation
Graduate Program in Agronomy: Agriculture and Environment
Federal University of Santa Maria

PHENOLOGY, PRODUCTIVE POTENTIAL AND SOURCES OF FERTILIZATION IN STRAWBERRY, GROWN IN TUNNEL LOW

AUTHOR: KASSIA LUIZA TEIXEIRA COCCO
ADVISOR: DRA. DENISE SCHMIDT
Frederico Westphalen/RS, March 21, 2014.

The overall objective of this study was to determine the phenology and yield potential of strawberry cultivars and to evaluate different sources of fertilizer pre-planting in the production of strawberry grown in low tunnels. In the first experiment, were evaluated the cultivars Camarosa, Camino Real and Albion in two agricultural years. Characterized the time of occurrence and duration of nine sub-periods of phenological stages of flowering and fruiting, as well as the time elapsed between transplantation and onset of flowering, fruit formation and start and end of the harvest. The second experiment evaluated the cultivar Camarosa, and treatments consisted of nutrient sources in pre-planting, these being Control Treatment, Topmix, Formulation Commercial NPK and NPK Formulated, performing collections of plant material each 40 days. In assessing the productivity, for both experiments, there was counting the number of fruits, weighing and measuring of greater width and length as well as measurement of the levels of soluble solids. The results were submitted to analysis of variance and means were compared by Tukey test at 5% probability. To reach the beginning of flowering, fruiting and harvesting, considering the year 2012, the cultivar Camarosa was the more precocious. For the year 2013, the cultivar Albion showed more precocity. In general, the Albion, Camarosa and Camino Real cultivars totaled approximately 44 days, 40 days and 34 days, respectively to conclude stages of flowering and fruiting. For the number of pseudofruits and plant productivity, the cultivar Camarosa showed the highest values for both years. Whereas the levels total soluble solids, it is concluded that the cultivar Albion had the highest values of ° Brix, for two years evaluated. At the end of the second experiment, we obtained approximately 615 g plant⁻¹ for the treatment Topmix, showing the greater productivity of this to the conditions of this experiment were verified. The highest values of fresh weight of pseudofruits were observed on the second epoch assessed, being that the treatments were quite similar. The number of pseudofruits was higher in the third epoch evaluated, the levels of total soluble solids (SST) did not differ between seasons, the width of pseudofruits was higher in the second and fourth epochs and the length did not differ between seasons. The Topmix treatment presented the highest averages for number of pseudofruits, SST, width and length. The nitrogen contents were higher in the first epoch and the Control Treatment had the lowest values. The phosphorus contents were higher in the NPK treatment Formulated and in first epoch. For potassium, there was no difference between treatments and foliar contents were lower in the first epoch. Foliar nitrogen and potassium were found in the sufficiency ranges, while the values of phosphorus were below the range considered as sufficient in strawberry culture.

Key words: *Fragaria x ananassa* Duch. Phenological stages. Production. Foliar content.

LISTA DE FIGURAS

Artigo I

- Figura 1 - Diferenciação dos quatro subperíodos que caracterizam o estágio da floração no morangueiro. Adaptada de Antunes et al. (2006). UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.....24
- Figura 2 - Diferenciação dos cinco subperíodos que caracterizam o estágio da frutificação no morangueiro. Adaptada de Antunes et al. (2006). UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.....25
- Figura 3 - Avaliações da produtividade com pesagem dos pseudofrutos em balança de precisão (A), medições de maior largura (B) e maior comprimento (D) dos pseudofrutos com uso de paquímetro digital e refratômetro portátil utilizado para quantificação dos sólidos solúveis totais (C). UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.....26
- Figura 4 - Variações de temperaturas mínima e máxima diárias do ar e temperaturas médias a cada 20 dias do período experimental, relativo aos anos de 2012 (A) e 2013 (B), e temperaturas basais para o cultivo do morangueiro. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.....27

Artigo II

- Figura 1 - Variações de temperaturas mínima e máxima diárias do ar e temperaturas médias do período experimental, relativas ao ano de 2013. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.....59
- Figura 2 - Variações de radiação solar global (RG) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA), e limites tróficos de radiação global (limite trófico RG) e de radiação fotossinteticamente ativa (limite trófico RFA), para o período de 19 de maio a 15 de dezembro de 2013. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.....60

LISTA DE TABELAS

Artigo I

- Tabela 1 - Resumo da análise de variação para as variáveis início da floração (IFL), início da frutificação (IFR), início da colheita (ICO) e término da colheita (TCO). UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.....29
- Tabela 2 - Médias, em dias após o transplante, do transplante ao início da floração, do transplante ao início da frutificação, e do transplante ao início e término do período de colheita, de três cultivares de morangueiro. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.30
- Tabela 3 - Resumo da análise de variação para os subperíodos dos estádios fenológicos da floração e frutificação. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.....33
- Tabela 4 - Médias dos nove subperíodos dos estádios fenológicos da floração e frutificação, de três cultivares de morangueiro. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.34
- Tabela 5 - Resumo da análise de variância para número de pseudofrutos (NP); produtividade (PROD); massa fresca média dos pseudofrutos (MMP); largura (LARG), comprimento (COMP) e graus Brix (BRIX) de três cultivares de morangueiro, para dois anos de cultivo. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.37
- Tabela 6 - Número (pseudofrutos planta⁻¹), massa fresca (g pseudofruto⁻¹), largura e comprimento (mm) de pseudofrutos de três cultivares de morangueiro, para dois anos de cultivo. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014..40
- Tabela 7 - Produtividade (g planta⁻¹) e teores de sólidos solúveis totais (°Bx) de pseudofrutos de três cultivares de morangueiro, para dois anos de cultivo. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.....42

Artigo II

- Tabela 1 - Resultado da análise química para predição da condição inicial da fertilidade do solo da área experimental. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.57
- Tabela 2 - Resumo da análise de variância para número de pseudofrutos por planta (NP), produtividade (PROD), massa fresca dos pseudofrutos (MFP), largura (LARG), comprimento (COMP) e graus Brix (BRIX) de pseudofrutos da cultivar Camarosa submetidos a diferentes fontes de adubação em pré-plantio. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.61
- Tabela 3 - Produtividade (g planta⁻¹) e massa fresca de pseudofrutos (g pseudofruto⁻¹) da cultivar Camarosa, em função de diferentes fontes de adubação em pré-plantio, considerando épocas distintas de avaliação durante o ciclo produtivo. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.63
- Tabela 4 - Médias das variáveis número (pseudofruto planta⁻¹), teores de sólidos solúveis totais (SST, expresso em °Bx), largura (LARG) e comprimento (COMP), expressos em mm, de pseudofrutos da cultivar Camarosa, em função de diferentes fontes de adubação em pré-plantio. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.....67
- Tabela 5 - Médias das variáveis número (pseudofrutos planta⁻¹) e largura (mm) e comprimento (mm) de pseudofrutos da cultivar Camarosa, em função de diferentes épocas de avaliação durante o ciclo produtivo. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.....69

| | |
|---|----|
| Tabela 6 - Resumo da análise de variância para os teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) da cultivar Camarosa, submetida a diferentes fontes de adubação em pré-plantio, em função da época de coleta das amostras. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014..... | 71 |
| Tabela 7 - Médias dos teores foliares (g kg^{-1}) dos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), em função de diferentes fontes de adubação em pré-plantio. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014..... | 72 |
| Tabela 8 - Médias dos teores foliares (g kg^{-1}) dos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), em função de diferentes épocas de coleta de material vegetal. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014..... | 73 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 15 |
| 1.1 Referencial Bibliográfico | 17 |
| 2. ARTIGO I - CARACTERIZAÇÃO DA FENOLOGIA E POTENCIAL PRODUTIVO DE CULTIVARES DE MORANGUEIRO, CONDUZIDAS EM TÚNEL BAIXO | 19 |
| 2.1 Resumo | 19 |
| 2.2 Abstract..... | 20 |
| 2.3 Introdução..... | 20 |
| 2.4 Material e Métodos | 22 |
| 2.5 Resultados e Discussão | 26 |
| 2.6 Conclusões | 45 |
| 2.7 Referencial Bibliográfico | 46 |
| 3. ARTIGO II - DESEMPENHO PRODUTIVO E DIAGNOSE NUTRICIONAL DE PLANTAS DE MORANGUEIRO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES FONTES DE ADUBAÇÃO PRÉ-PLANTIO | 52 |
| 3.1 Resumo | 52 |
| 3.2 Abstract..... | 53 |
| 3.3 Introdução..... | 53 |
| 3.4 Material e Métodos | 55 |
| 3.5 Resultados e Discussão | 59 |
| 3.6 Conclusões | 77 |
| 3.7 Referencial Bibliográfico | 79 |

1. INTRODUÇÃO

Popularmente enquadrado no grupo das pequenas frutas, o morango (*Fragaria x ananassa* Duch.) é produzido e apreciado nas mais diversas regiões do mundo, devido ao seu aspecto atraente e pelo seu sabor diferenciado, possuindo mercado garantido nas principais economias mundiais. A importância desse cultivo dá-se pela alta rentabilidade da cultura, quando comparada a outros cultivos agrícolas, ampla aceitação pelo mercado consumidor e diversidade nas opções de comercialização (FACHINELLO et al., 2011).

No Brasil, a produção nacional está em torno de 133 mil toneladas (PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2011; ISLABÃO et al., 2013), sendo que nos últimos anos, verifica-se incremento considerável na produção nacional, bem como aumento no consumo e na importância sócio-econômica desta espécie para o país. A produção de morangos apresenta caráter de eminência social e econômica, resultante da alta capacidade em absorver mão-de-obra, favorecendo a fixação do homem no campo e garantindo melhoria na geração de renda, tornando-se alternativa para pequenas e médias propriedades rurais, que apresentem características da agricultura familiar. O Rio Grande do Sul, conforme levantamento realizado pela Emater/RS-Ascar, possui uma área de 540 hectares cultivados com morangueiro, resultando em uma produção de 18,4 mil toneladas, abrangendo, ao todo, 1255 produtores envolvidos na atividade (FIORI, 2013). Assim, pode-se dizer que o cultivo de morango é uma atividade consolidada no Estado, porém em regiões tradicionais, destacando-se o Vale do Caí, Região da Serra e a Região de Pelotas (PAGOT, 2004; MADAIL, 2008). Desta maneira, a identificação de outras regiões potencialmente produtoras tornar-se-á ferramenta propulsora no aumento da produção e da produtividade dessa cultura, pois embora seja um cultivo tradicional e conte com os requisitos geocológicos que permitam alta produtividade, a produção de morango no Estado permanece estagnada em relação a outros Estados que têm expandido área e produção, a exemplo de Minas Gerais (CAMARGO FILHO; CAMARGO, 2009). Desta maneira, a região do Médio Alto Uruguai, conforme dados do Zoneamento Agroclimático para Produção de Morango no Estado do Rio Grande do Sul (ALMEIDA et al., 2009), pode ser considerada como potencial de expansão da

cultura do morangueiro, uma vez que apresenta baixo risco de ocorrência de geadas no cultivo de outono/inverno.

O morango é altamente influenciado pelos elementos meteorológicos, dentre eles a temperatura e o comprimento do dia, e exigente em práticas culturais, sendo a produtividade e a qualidade dos frutos os aspectos mais influenciados por tais fatores. Em consequência, ocorre variação quanto à adaptação regional das cultivares de morangueiro, fato que ocasiona um desenvolvimento satisfatório de determinada cultivar em uma região e em outro local, sob condições ambientais diferentes, esta mesma cultivar não apresente o mesmo desempenho produtivo. Neste contexto, embora existam informações sobre a fenologia da floração e a maturação dos frutos do morangueiro, torna-se importante identificar o desenvolvimento no local de cultivo, tornando-se ferramenta chave para os programas de melhoramento genético, bem como para práticas de manejo da cultura em uma determinada região de cultivo.

A fenologia é o estudo das principais alterações morfológicas que ocorrem na planta durante o seu desenvolvimento. Durante a fase vegetativa, de acordo com Antunes et al. (2006), os meristemas apicais, por sua atividade mitótica, seguida dos processos de alongação celular e diferenciação, determinam os pontos de crescimento vegetativo e, em seu conjunto, formam os diferentes tecidos e órgãos da planta. Já na fase reprodutiva (floração) ocorre a diferenciação do meristema vegetativo para o floral, originando os componentes da flor (pétalas, estames e pistilo), ao invés dos órgãos vegetativos (folhas, caule e estolhos) (DUARTE FILHO et al., 1999). Ainda de acordo com estes autores, as transformações ocorridas durante as fases de desenvolvimento do morangueiro são bem visíveis.

Os processos de florescimento e frutificação do morangueiro são dependentes da interação de uma série de processos fisiológicos internos e fatores ambientais. Dentre os vários fatores ambientais, a temperatura e o comprimento do dia estão envolvidos no processo de indução floral (VERDIAL, 2004). Já a sensibilidade em perceber os estímulos ambientais varia de acordo com cada cultivar. Portanto, a determinação do estágio fenológico de desenvolvimento está condicionada a soma térmica do local de cultivo, comprimento do dia e a cultivar. De acordo com Meier (1994), o morangueiro pode apresentar nove estágios fenológicos durante o seu ciclo.

Assim, o efeito do local de cultivo também apresentará influência sobre a resposta das diferentes cultivares, tornando-se necessário a realização de ensaios regionalizados, de modo a possibilitar uma melhor recomendação de cultivo de morangos, garantindo o êxito na atividade, nas mais diferentes regiões produtivas.

Outro aspecto importante na cultura do morangueiro diz respeito ao manejo da adubação, sendo que esta, juntamente com a adequada nutrição das plantas, garantirão a qualidade do morango maduro. De acordo com trabalho desenvolvido por Filho et al. (1999), até o início da colheita, a planta de morangueiro absorve em torno de 37% do nitrogênio, 29% do fósforo e 23% do potássio requerido durante todo o ciclo da planta, tornando-se aspecto importante no correto planejamento e parcelamento da aplicação de fertilizantes.

Entre os fatores de produção da cultura do morangueiro, a nutrição mineral e a adubação destacam-se como os menos estudados no Brasil, apesar de serem incluídos entre os mais importantes para melhorar a produtividade e também a qualidade final dos frutos (FERREIRA et al., 1993).

Neste cenário, o objetivo geral do trabalho foi determinar a fenologia e o potencial produtivo de cultivares de morangueiro, e avaliar diferentes fontes de adubação na produção de morango, cultivados em túnel baixo.

1.1 Referencial Bibliográfico

ANTUNES, O. T. et al. Floração, frutificação e maturação de frutos de morangueiro cultivados em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 4, out/dez. 2006.

CARVALHO, S. P. **Boletim do morango**: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico. Belo Horizonte: FAEMG, 2006. 160p.

DUARTE FILHO, J., et al. Aspectos do florescimento e técnicas empregadas objetivando a produção precoce em morangueiros. **Informe Agropecuário**, v. 20, p. 30- 35, 1999.

FACHINELLO, J. C.; et al. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol.33, n.spe1, pp. 109-120. 2011.

FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. 487p.

FILHO, H. G.; SANTOS, C. H. dos; CRESTE, J. E. Nutrição e adubação do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, p. 36-40, 1999.

FIORI, J. **Produtores iniciam plantio de morango no Rio Grande do Sul**. Governo do Estado do Rio Grande do Sul: Notícias do Piratini, Desenvolvimento Rural. Disponível em: <http://www.estado.rs.gov.br/conteudo/17851/produtores-iniciam-plantio-do-morango-no-rio-grande-do-sul> Acesso em: dezembro de 2013.

ISLABÃO, G. O. et al. Characterization of soil chemical properties of strawberry fields using principal component analysis. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol.37, n.1, pp. 168-176. 2013.

JOÃO, P. L.; CONTE, A. **Levantamento da Fruticultura Comercial do Rio Grande do Sul: 2006**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2007. 83p.

MEIER, U. **Codificación BBCH de los estádios fenológicos de desarrollo de la fresa**. 1994. Disponível em: <http://www.bba.de/veroeff/bbchspa.pdf>. Acessado em 14 de outubro de 2012.

PORTAL DO AGRONEGÓCIO. Disponível em: <<http://www.portaldoagronegocio.com.br>> Acesso em: outubro de 2011.

VERDIAL, M.F. **Frigoconservação e vernalização de mudas de morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch.) produzidas em sistema de vasos suspensos**. Piracicaba: ESALQ. 71p (Tese de doutorado). 2004.

2. ARTIGO I

CARACTERIZAÇÃO DA FENOLOGIA E POTENCIAL PRODUTIVO DE CULTIVARES DE MORANGUEIRO, CONDUZIDAS EM TÚNEL BAIXO

2.1 Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a caracterização da fenologia da floração e frutificação e o potencial produtivo de cultivares de morangueiro, conduzidas em estrutura túnel baixo. Foram avaliadas as cultivares Camarosa, Camino Real e Albion, em dois anos agrícolas, referentes a 2012 e 2013. Caracterizou-se o tempo de ocorrência e a duração de nove subperíodos dos estádios fenológicos da floração e frutificação, bem como o tempo decorrido entre o transplante e o início da floração, início da frutificação e início e término da colheita. Na avaliação da produtividade, realizou-se contagem do número de frutos, pesagens e medições de maior largura e comprimento e determinação dos teores de sólidos solúveis totais. Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para alcançar o início da floração, frutificação e colheita, considerando o ano de 2012, a cultivar de dia curto Camarosa foi a mais precoce. Para o ano de 2013, a cultivar de dia neutro, Albion, apresentou maior precocidade, pois esta foi transplantada ao campo mais tardiamente e encontrou temperaturas mais amenas na fase inicial de desenvolvimento. Analisando os subperíodos do estágio fenológico da floração, para as três cultivares de morangueiro, conclui-se que no subperíodo 1, 3 e 4 a cultivar Albion apresentou as maiores médias. Para o subperíodo 2 a maior duração foi verificada para a cultivar Camino Real. Quando analisado os subperíodos da frutificação das cultivares de morangueiro, conclui-se que para os subperíodos 5 e 6, a cultivar Albion apresentou as maiores médias. Já para os subperíodos 7, 8 e 9 da frutificação, verificam-se maiores durações para a cultivar Camino Real. Conclui-se, também, que a cultivar Camarosa apresentou as menores durações para todos os subperíodos da floração e para os subperíodos 5, 6, 7 e 8 da frutificação. De maneira geral, as cultivares Albion, Camino Real e Camarosa perfizeram, 43,55 dias, 39,84 dias e 34,31 dias, respectivamente, para concluir as etapas de floração e frutificação, evidenciando a maior precocidade da cultivar Camarosa. Para as variáveis número de pseudofrutos por planta e produtividade, a cultivar Camarosa apresentou os maiores valores, para ambos os anos, mostrando a maior produtividade da cultivar Camarosa. Para as variáveis massa fresca de pseudofrutos, largura e comprimento, observa-se que a cultivar Camino Real e Albion alcançaram os maiores valores, para 2012 e 2013, respectivamente. Considerando os teores de sólidos solúveis totais, conclui-se que a cultivar Albion apresentou os maiores valores de °Brix, para os dois anos avaliados.

Palavras-Chave: *Fragaria x ananassa*. Estádios fenológicos. Floração. Frutificação. Produção.

2.2 Abstract

The objective of this study was to characterize the phenology of flowering and fruiting and the productive potential of strawberry cultivars, grown in structure tunnel low. The cultivars Camarosa, Camino Real and Albion were evaluated in two agricultural years, relative the 2012 and 2013. Was characterized the time of occurrence and duration of nine sub-periods of phenological stages of flowering and fruiting, as well as the time elapsed between transplantation and onset of flowering, fruit formation and start and end of the harvest. In assessing the productivity, there was counting the number of fruits, weighing and measuring of greater width and length and determination of the levels of soluble solids. The results were submitted to analysis of variance and means were compared by Tukey test, at 5% probability. To achieve the beginning of flowering, fruiting and harvesting, considering the year 2012, the cultivar of short day Camarosa was the most precocious. For the year 2013, the cultivar of neutral day Albion showed more precocity due to being transplanted to the field belatedly and find amenas temperatures in the early stage of development. Analyzing the subperiods the phenological stage of flowering, for the three strawberry cultivars, it is concluded in subperiod 1, 3 and 4, the cultivate Albion had the highest means. For the subperiod 2, the duration longer was observed for cultivar Camino Real. When analyzed subperiods fruiting of strawberry cultivars, it is concluded that for the sub-periods 5 and 6, the cultivar Albion had the highest means. As for the sub-periods 7, 8 and 9 of fruiting, verified were greater durations for to cultivate Camino Real. Conclude, also, that the cultivar Camarosa had the lowest duration for all subperiods of flowering and for subperiods 5, 6, 7 and 8 of fruiting. In general, the cultivars Albion, Camarosa and Camino Real totaled 43.55 days, and 39.84 days 34.31 days, respectively. For the variables number of pseudofruits and plant productivity, the cultivar Camarosa showed the highest values for both years, showing the highest productivity of cultivar Camarosa. For the variables mass fresh of pseudofruit, width and length, it is observed that the cultivar Camino Real and Albion reached the highest values for 2012 and 2013, respectively. Whereas the levels of total soluble solids, it is concluded that the cultivar Albion had the highest values of ° Brix, for the two years evaluated.

Keywords: *Fragaria x ananassa*. Phenological stages. Flowering. Fructification. Production.

2.3 Introdução

O morango (*Fragaria X ananassa* Duch.), pertencente ao grupo das pequenas frutas, é uma cultura apreciada e cultivada nas mais diversas regiões do mundo, apresentando crescimento significativo no que diz respeito à produção nos últimos anos. Indicadores da Food and Agriculture Organization – FAO (2008) apontam para

um crescimento da produção mundial de morangos, em termos absolutos e de intensificação da produção nos tradicionais países produtores, seguidos da abertura de novos mercados potenciais nos países asiáticos. No período de 2006 a 2012, a produção mundial cresceu aproximadamente 16%, enquanto a área plantada apresentou redução na ordem de 9%. Em 2012, foram produzidas 4.516.810 toneladas, para uma área total plantada de 241.109 hectares (FAO, 2013).

O morangueiro é uma planta herbácea e rasteira, pertencente à família Rosaceae. Ronque (1998) o descreve como sendo uma planta perene, porém cultivada como anual, principalmente por questões sanitárias e fisiológicas. Portanto, o morangueiro cresce e desenvolve-se, passando por períodos de dormência, crescimento vegetativo e reprodutivo, apresentando um ciclo fisiológico anual. Meier (1994) relata que o morangueiro pode apresentar nove estádios fenológicos, durante todo o seu ciclo, sendo estes resultados comprovados por Antunes et al. (2006), para as condições do Rio Grande do Sul.

A fenologia é entendida como a sucessão de eventos ocorridos durante a vida da planta, principalmente em função da sua interação com o local onde se desenvolve. Desta maneira, a fenologia é caracterizada como o ramo da ecologia que estuda os fenômenos periódicos dos seres vivos e suas relações com as condições do ambiente (DE FINA; RAVELO, 1973).

Ainda no mesmo contexto, Bergamaschi (2007) relata que, para alcançar alguns objetivos, torna-se necessária a segmentação do ciclo vital das plantas, observando critérios bem definidos. Segundo o mesmo autor, a localização no tempo das principais fases e subperíodos permite confrontar a ocorrência de eventos importantes com as respectivas condições de ambiente, em diferentes períodos e locais.

Portanto, após um período de desenvolvimento vegetativo, as plantas respondem a uma combinação de estímulos internos e externos, incluindo tamanho da coroa, temperatura e fotoperíodo, para experimentar a transição para o desenvolvimento reprodutivo (TAIZ; ZEIGER, 2013). Em cultivos visando a produção de pseudofrutos, após o transplante das mudas é verificada a fase vegetativa (ANTUNES et al., 2006). Em condições climáticas favoráveis, com a ocorrência de dias curtos e temperaturas amenas ou baixas, há a ocorrência da fase reprodutiva.

Embora existam algumas informações sobre a fenologia da floração e maturação dos frutos do morangueiro, é necessário identificar o seu desempenho no

local do cultivo (ANTUNES et al., 2006). Este conhecimento é de grande importância no subsídio de programas de melhoramento genético, bem como para o manejo da cultura e tomada de decisões dos produtores de morango (ANTUNES et al., 2010).

Os elementos micrometeorológicos e o manejo realizado na cultura são os fatores que mais influenciam a produtividade e a qualidade dos pseudofrutos do morangueiro. Desta maneira, a adaptação das cultivares é diferente em cada região, o que, segundo Ueno (2004), faz com que uma cultivar que se desenvolve satisfatoriamente em uma região não apresente o mesmo desempenho em outro local com condições ambientais diferentes.

A produtividade do morangueiro varia em função de uma série de fatores, dentre eles o uso de tecnologias de produção, como o cultivo protegido e a escolha de cultivares adaptadas e produtivas, sendo altamente influenciada pelo ambiente e depende das condições edafoclimáticas.

Desta maneira, objetivou-se avaliar a caracterização da fenologia da floração e frutificação, o potencial produtivo e a qualidade de pseudofrutos de cultivares de morangueiro, conduzidas em túnel baixo.

2.4 Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos em área experimental da Universidade Federal de Santa Maria, localizada no município de Frederico Westphalen/RS, na região do Médio-Alto Uruguai. O local onde o experimento foi alocado situa-se, geograficamente, a 27° 23,728" latitude sul, 53° 25,749" longitude oeste e 493 m de altitude.

O solo do local apresenta textura argilosa, bem drenado, profundo a muito profundo, classificado como Latossolo Vermelho aluminoférrico típico (EMBRAPA, 1999). Na classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido, apresentando características de temperado chuvoso, com precipitação média anual elevada e bem distribuída ao longo do ano, sendo que a média anual fica em torno dos 1800 mm, e subtropical do ponto de vista térmico (MORENO, 1961).

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com três blocos e cada repetição constituída por 12 plantas de avaliação. O experimento foi conduzido em

esquema bifatorial, sendo os fatores constituídos por três cultivares (Camarosa, Camino Real e Albion) e 2 anos agrícolas, referentes a 2012 e 2013.

Durante dois ciclos produtivos, referentes aos anos de 2012 e 2013, avaliou-se a fenologia da floração e da frutificação das cultivares Camarosa e Camino Real, ambas de dia curto, e da cultivar Albion, caracterizada como indiferente ao fotoperíodo, sendo as mudas provenientes de viveiros chilenos. Em 2012, o plantio das cultivares foi realizado no dia 19 de maio. Em 2013, o transplante realizado no dia 19 de maio para as cultivares Camarosa e Camino Real, e dia 19 de junho para a cultivar Albion.

O preparo do solo consistiu em aragem pesada seguida de gradagem, com posterior encanteiramento com enxada rotativa. A correção do nível de fertilidade da área experimental foi efetuada com base na análise química do solo, realizada em pré-plantio. Os valores de nutrientes extraídos pela cultura foram fornecidos via fertirrigação, de acordo com o proposto por Andriolo (2007), sendo as quantidades parceladas durante todo o ciclo produtivo. O manejo da cultura foi realizado de acordo com as recomendações previstas na literatura e o controle fitossanitário, conforme o aparecimento de sintomas, utilizando-se de produtos específicos.

No momento do transplante, realizou-se o *toalete* das mudas e logo após, foi realizado o plantio, respeitando espaçamento de 0,30 x 0,30 m, sendo os canteiros de dimensões de 1,20 m de largura por 15,00 m de comprimento. O solo foi mantido em capacidade de campo até o completo pegamento das mudas, utilizando de sistema de irrigação por aspersão. Transcorridos 30 dias após o plantio das mudas, efetuou-se a instalação do sistema de irrigação por gotejamento, utilizando-se de fitas gotejadoras e da cobertura do solo (*mulching*), constituindo-se de filme de polietileno opaco preto, com espessura de 30 μ M.

Na condução do experimento, utilizou-se ambiente protegido, utilizando estrutura túnel baixo, com cobertura de filme plástico transparente de polietileno de baixa densidade aditivado contra raios ultravioleta (PEbd anti-UV), com espessura de 150 μ M. Na montagem da estrutura, foram utilizados arcos de ferro zincado, com diâmetro de 5 mm, sendo estes distanciados 1,5 m um do outro.

As avaliações da fenologia das cultivares constaram na contagem do número de dias em que as plantas avaliadas permaneceram em cada estágio fenológico da floração e frutificação, considerando a escala proposta por Meier (1994) e as

alterações propostas por Antunes et al. (2006), de acordo com a seguinte classificação dos subperíodos:

Estádio da Floração que compreende: a) Subperíodo 1: aparecimento do botão floral, na base da roseta foliar, e gemas floríferas com aspecto globoso e coloração esverdeada; b) Subperíodo 2: estágio de balão, com o aparecimento das pétalas; c) Subperíodo 3: flores completamente abertas, tanto primárias, secundárias e terciárias; d) Subperíodo 4: secagem das pétalas e posterior queda das mesmas (Figura 1).

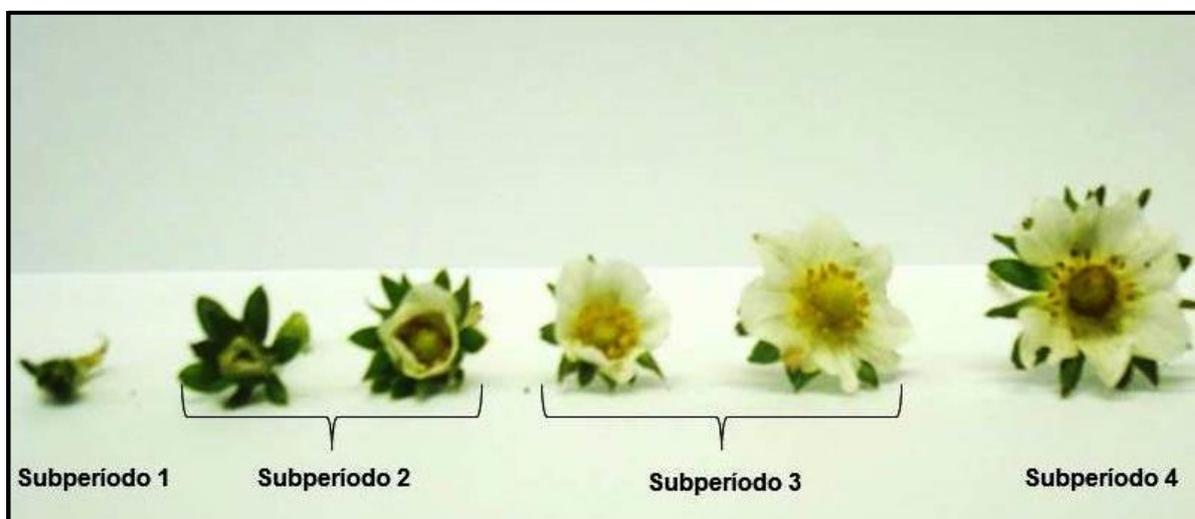


Figura 1 - Diferenciação dos quatro subperíodos que caracterizam o estágio da floração no morangueiro. Adaptada de Antunes et al. (2006). UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.

Estádio da Frutificação, que compreende: e) Subperíodo 5: início do desenvolvimento do receptáculo floral, o qual originará o pseudofruto (parte comestível), com o receptáculo sobressalente da coroa das sépalas; f) Subperíodo 6: o pseudofruto começa a aumentar de tamanho, devido ao alongamento celular; g) Subperíodo 7: aumento do tamanho do pseudofruto, com percepção dos aquênios (frutos verdadeiros) sobre a superfície do receptáculo; h) Subperíodo 8: cessa o aumento do tamanho e inicia a maturação dos pseudofrutos; i) Subperíodo 9: pseudofrutos maduros, com 75% a 100% da superfície com coloração vermelha.

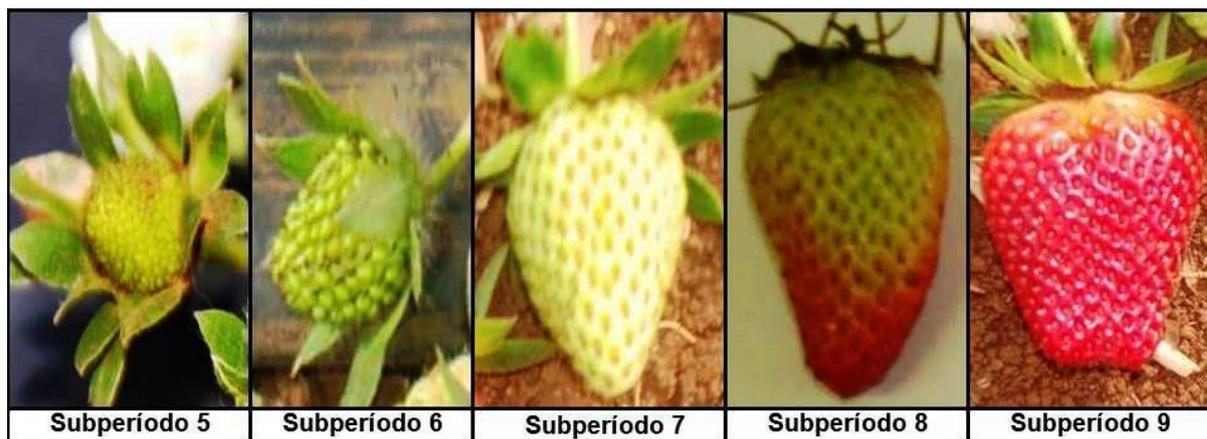


Figura 2 - Diferenciação dos cinco subperíodos que caracterizam o estágio da frutificação no morangueiro. Adaptada de Antunes et al. (2006). UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.

A verificação dos estádios fenológicos da floração e frutificação deu-se através da análise periódica, no período compreendido entre o surgimento da inflorescência e a maturação dos frutos, para ambos os anos de avaliação. Para tanto, foi marcada uma flor da inflorescência primária da primeira e segunda floração de 6 plantas da parcela, constituindo-se de 12 repetições para cada bloco.

Na análise da fenologia, considerou-se o intervalo, expresso em número de dias, do transplante até o início da floração, da floração ao início da formação dos pseudofrutos, da formação dos pseudofrutos até o início da maturação dos mesmos e do início ao final do período de colheita. Na definição da passagem de cada estágio fenológico, considerou-se quando 50% das plantas da parcela alcançaram cada um das respectivas fases.

Para avaliação da produtividade, realizou-se a contagem do número de pseudofrutos, no período compreendido entre o início da maturação até o final da colheita, sendo estipulado o dia 15 de dezembro para ambos os anos como o término das avaliações. Considerou-se o número de pseudofrutos por planta avaliada e também a produtividade total da cultura (kg planta^{-1}), com pesagens realizadas em balança de precisão (Figura 1.A). O tamanho dos pseudofrutos foi mensurado por meio de paquímetro digital, considerando a maior largura e o maior comprimento (Figura 1.B e 1.D). Realizou-se, também, a quantificação dos teores de sólidos solúveis totais, por meio de refratômetro portátil (Figura 1.C), sendo os resultados expressos em índice de Brix ou graus Brix ($^{\circ}\text{Bx}$).

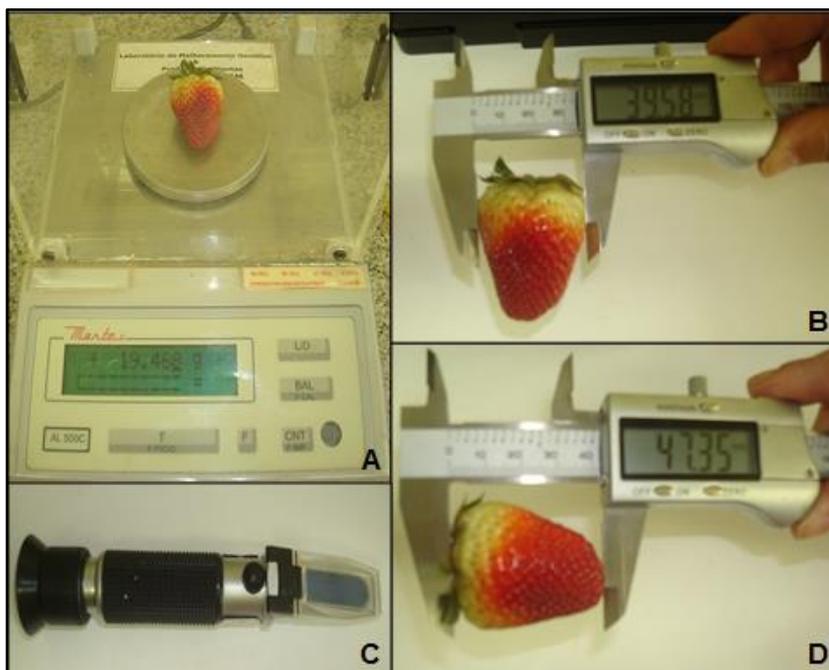


Figura 3 - Avaliações da produtividade com pesagem dos pseudofrutos em balança de precisão (A), medições de maior largura (B) e maior comprimento (D) dos pseudofrutos com uso de paquímetro digital e refratômetro portátil utilizado para quantificação dos sólidos solúveis totais (C). UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.

As temperaturas máxima e mínima foram registradas diariamente, por meio da Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática de Frederico Westphalen/RS (INMET, 2013), distante aproximadamente 30 m do local do experimento. A temperatura média foi calculada considerando períodos de 20 dias, do início ao término do experimento.

Realizou-se a análise da variância e as médias, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

2.5 Resultados e Discussão

Os dados de temperatura mínima e máxima diárias e a média para cada intervalo de 20 dias, para o período de 19 de maio a 15 de dezembro de 2012, evidenciam que a média das temperaturas mínimas de todo o período foi de 17,9 °C

e a média das temperaturas máximas, de 19,3 °C (Figura 4.A). Considerando todo o período, a média de temperatura ficou em 18,6 °C.

Verifica-se que, para o período de 19 de maio a 15 de dezembro de 2013, a média da temperatura foi de 17,1 °C, com valores médios de temperatura mínima e máxima de 16,4 °C e 17,8 °C, respectivamente (Figura 4.B). Desta maneira, observa-se que para o segundo ano de avaliações, correspondente a 2013, as médias de temperaturas ficaram 1,5 °C abaixo das observadas para o ano de 2012.

Observou-se, ainda, que o ano de 2013 apresentou temperaturas mínimas mais baixas do que as observadas para o mesmo período de 2012, sendo que para o mês de maio os dados apresentaram-se inferiores em 2,5 °C e para o mês de agosto, expressiva redução de 5,4 °C. Como exceção, para o mês de julho, os dados do segundo ano apresentaram-se superiores ao anterior, com diferença de apenas 0,5 °C aos valores observados para 2012.

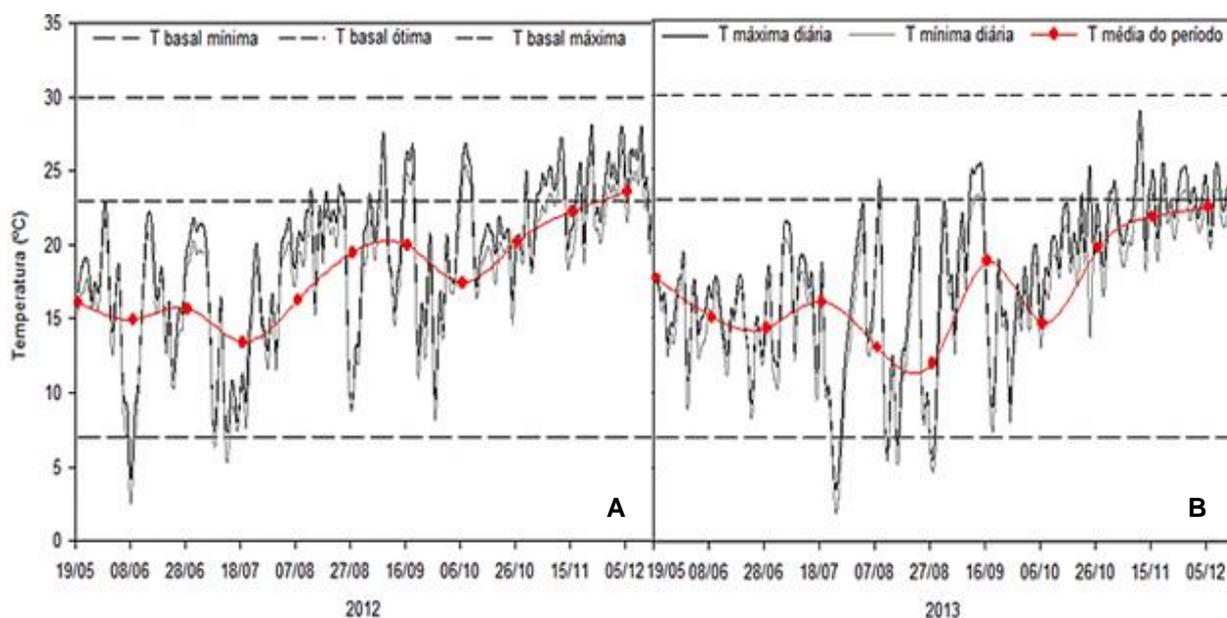


Figura 4 - Variações de temperaturas mínima e máxima diárias do ar e temperaturas médias a cada 20 dias do período experimental, relativo aos anos de 2012 (A) e 2013 (B), e temperaturas basais para o cultivo do morangueiro. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.

Realizando comparativo entre as temperaturas mínimas do ar externas e internas do ambiente de cultivo (túnel baixo) tem-se que, de acordo com Buriol et al.

(1993), as temperaturas no interior do ambiente de cultivo são mais elevadas do que aquelas do exterior, podendo alcançar superioridade entre 1 °C e 3 °C, exceto em noites de vento forte. Desta maneira, o correto manejo do túnel baixo, de modo a possibilitar a adequada ventilação e controle da temperatura do ar, tornam-se práticas imprescindíveis para viabilizar o uso desse ambiente produtivo na produção de morangueiro.

O morangueiro obtém os melhores resultados em regiões onde a temperatura média oscila ao redor dos 23 °C aos 25 °C. No entanto, requer temperaturas bastante variadas ao longo do seu ciclo produtivo. No período de repouso vegetativo, temperaturas próximas aos 7 °C favorecem melhores resultados, porém para voltar e vegetar a planta requer temperaturas na faixa dos 10 °C aos 18 °C. Já temperaturas em torno dos 10 °C favorecem a indução floral, porém se temperaturas baixas, abaixo da temperatura basal mínima para a cultura, persistirem durante a floração acarretará no aparecimento de frutos mal formados e de baixo valor comercial. Desta maneira, as temperaturas observadas durante os períodos experimentais, tanto para o ano de 2012 como para o de 2013, favoreceram o desenvolvimento do morangueiro na região em estudo, sendo que poucas foram as observações com valores abaixo da temperatura basal mínima para a cultura, que foi considerada como 7°C. Ainda no que diz respeito à temperatura do ar, Heide (1977) e Robert et al. (1999) relatam que o morangueiro sofre influência desta variável climática, sendo que temperaturas na faixa dos 12 °C aos 18 °C favorecem o florescimento da cultura e o intervalo entre 20 °C e 24 °C favorecem o desenvolvimento de folhas e a frutificação, enquanto a emissão de estolões é favorecida por temperaturas elevadas, acima dos 24 °C.

Para as variáveis início da floração, início da frutificação, início e término da colheita, a análise de variância apresentou efeito significativo ($p < 0,01$) para os fatores cultivar x ano, evidenciando que seus efeitos não podem ser explicados de forma isolada, sendo que a resposta das variáveis ao efeito dos fatores de variação, representados pelas diferentes cultivares em diferentes anos agrícolas, deve ser explicada de forma conjunta, pois ambos fatores (cultivar e ano) ocasionaram influência nas repostas das variáveis analisadas (Tabela 1).

Tabela 1 - Resumo da análise de variação para as variáveis início da floração (IFL), início da frutificação (IFR), início da colheita (ICO) e término da colheita (TCO). UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.

| Fator de Variação | GL | Quadrados Médios | | | |
|-------------------|----|------------------|-------------|-------------|---------|
| | | IFL | IFR | ICO | TCO |
| Cultivar | 2 | 294,79* | 461,17* | 355,29* | 640,67* |
| Ano | 1 | 2400,00* | 4845,04* | 425,04* | 640,67* |
| Cultivar*Ano | 2 | 1564,13* | 1037,17* | 915,54* | 640,67* |
| Repetição | 3 | 67,00 | 714,86 | 119,04 | 0,00 |
| CV (%) | | 7,68 | 6,97 | 5,80 | ----- |

*Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Para atingir o estágio reprodutivo, uma planta passa por uma série de transformações entre os estádios de desenvolvimento (ANTUNES et al., 2006), sendo que a diferença entre estas fases são bem visíveis na cultura do morangueiro. Na fase vegetativa, a atividade mitótica característica dos meristemas apicais somada aos processos de alongação celular e diferenciação, determinam os pontos de crescimento vegetativo. Estes pontos, em conjunto, originam os diferentes tecidos e órgãos da planta. Nos cultivos comerciais de produção de morango, verifica-se a ocorrência da etapa vegetativa logo após o transplante das mudas ao campo.

Durante a fase reprodutiva, ocorre a diferenciação do meristema vegetativo para o floral, originando os componentes da flor (pétalas, estames e pistilo), em vez dos órgãos vegetativos (folhas, caule e estolhos) (DUARTE FILHO et al., 1999). Segundo Antunes et al. (2006), o florescimento e a frutificação do morangueiro, processos que ocorrem nas gemas, dependem de um conjunto de processos fisiológicos, que de acordo com Verdial (2004) incluem a indução, a iniciação, a diferenciação e a antese.

O conhecimento da fenologia de cultivares de morangueiro, de acordo com Calvete et al. (2008), é importante para definir o escalonamento da produção e, com isso, ampliar o período de safra, possibilitando vantagens na comercialização. Na visão de Méier (1994), o morangueiro apresenta nove estádios fenológicos durante todo o seu ciclo. No presente experimento, observou-se a ocorrência de quatro grandes estádios fenológicos, sendo eles o período do transplante ao início da floração, do início da floração ao início da frutificação, do início da frutificação ao

início do período de colheita e do início ao término do período de colheita (Tabela 2). O término da colheita coincidiu com o período marcado para o final das avaliações do experimento, sendo este referente ao dia 15 de dezembro, para ambos os anos e para as três cultivares.

Durante o ano de 2012, a cultivar Albion apresentou maior duração do primeiro estágio avaliado, levando em média 74 dias do transplante até o início do florescimento. As cultivares Camino Real e Camarosa levaram, aproximadamente, 64 e 56 dias, respectivamente, para alcançar o estágio fenológico caracterizado como o início da floração.

Tabela 2 - Médias, em dias após o transplante, do transplante ao início da floração, do transplante ao início da frutificação, e do transplante ao início e término do período de colheita, de três cultivares de morangueiro. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.

| CULTIVAR | ESTÁDIO FENOLÓGICO | | | |
|-----------------|--------------------|-----------|------------------------|-----------|
| | Início da Floração | | Início da Frutificação | |
| | 2012 | 2013 | 2012 | 2013 |
| ALBION | 74,00 a A* | 22,00 b B | 97,00 a A | 42,75 b B |
| CAMAROSA | 56,25 c A | 56,00 a A | 86,00 b A | 74,75 a B |
| CAMINO REAL | 63,75 b A | 56,00 a B | 94,50 a A | 74,75 a B |
| C.V. (%) | 7,68 | | 6,97 | |

| CULTIVAR | ESTÁDIO FENOLÓGICO | | | |
|-----------------|--------------------|------------|---------------------|------------|
| | Início da Colheita | | Término da Colheita | |
| | 2012 | 2013 | 2012 | 2013 |
| ALBION | 110,00 a A | 78,50 b B | 210,00 a A | 179,00 b B |
| CAMAROSA | 96,75 b B | 107,50 a A | 210,00 a A | 210,00 a A |
| CAMINO REAL | 109,75 a A | 105,25 a A | 210,00 a A | 210,00 a A |
| C.V. (%) | 5,79 | | ----- | |

*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, na coluna, e maiúsculas, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

No início do desenvolvimento da cultura, observou-se maior variação nas temperaturas mínimas e máximas diárias para o primeiro ano avaliado, 2012 (Figura 4.A), sendo que estas temperaturas mais baixas acarretaram em crescimento mais lento e, com isso, o início da floração aconteceu de maneira mais tardia, tanto para a cultivar Albion como para a cultivar Camino Real, porém esta diferença não foi

observada para a cultivar Camarosa. De modo geral, o ano de 2013 apresentou temperaturas mais amenas no início do desenvolvimento da cultura, fato que propiciou às plantas condições para iniciarem o período reprodutivo.

De acordo com Antunes et al. (2006), a iniciação da flor é caracterizada por mudanças físicas e químicas que ocorrem na gema, a partir de estímulos florais detectados pelas folhas. Um dos estímulos que a planta necessita para iniciar a floração, diz respeito à temperatura do ar, sendo que temperaturas próximas a 10 °C favorecem a iniciação deste estágio, fato que justifica os valores observados para o ano de 2013, com uma certa antecipação no período de iniciação da floração para todas as cultivares avaliadas.

Para o ano de 2013, verifica-se que as cultivares Camarosa e Camino Real apresentaram o mesmo intervalo de tempo do transplante ao campo até o início da floração. Já para a cv. Albion, nota-se que o plantio mais tardio, realizado no dia 20 de junho, possibilitou uma redução no número de dias que as plantas permaneceram entre o período vegetativo e o início da floração, alcançando apenas 22 dias nesse intervalo, com redução de significativos de aproximados 30% ou equivalente a 52 dias. Este menor intervalo verificado para a cultivar Albion dá-se pelo maior período em que as mudas permaneceram no viveiro, em condições climáticas mais favoráveis para o acúmulo de horas frio que as mudas necessitam. Os resultados obtidos neste experimento estão de acordo com os obtidos por Calvete et al. (2008), que verificaram diferenças no período compreendido entre o transplante e o início da floração, para as cultivares avaliadas, variando de 38 dias a 54 dias, para transplante em 28 de abril, e de 41 dias a 48 dias, para transplantes em 13 de maio.

Quanto ao intervalo referente ao período do transplante ao início da frutificação, observou-se que os maiores períodos foram necessários para as cultivares Albion e Camino Real, com 97 dias e 94,5 dias, respectivamente, não diferindo entre si. Porém, quando comparadas com a cultivar Camarosa, observa-se que há diferença significativa, pois esta necessitou de apenas 86 dias para que desse início à formação dos pseudofrutos. Para o segundo ano avaliado, as cultivares Camino Real e Camarosa apresentaram os mesmos valores médios de intervalo entre o transplante e o início da formação dos pseudofrutos, necessitando de 75 dias para alcançar o estágio fenológico subsequente. Já para a cultivar Albion, verificou-se a necessidade de apenas 43 dias de intervalo entre essas duas etapas,

justificando esse menor intervalo pelo plantio mais tardio da cultivar e a ocorrência de temperaturas mais favoráveis ao desenvolvimento da cultura.

Considerando o intervalo entre a floração e o início da frutificação, pode-se observar que as cultivares permanecerem menor período de tempo no estágio da floração, quando considerado o segundo ano de avaliação, com aproximadamente 19 dias para as cultivares Camarosa e Camino Real e 21 dias para a Albion. Em 2012, a cultivar Camino Real permaneceu aproximadamente 31 dias na floração, enquanto que a Camarosa aproximadamente 30 dias e a Albion, apenas 23 dias. A frutificação também depende do fator temperatura, sendo que a partir do momento que as temperaturas começam a se elevar, alcançando a faixa entre os 20 °C e 24 °C, as plantas percebem o estímulo e dão início à formação dos frutos, sendo que a antecipação deste estágio diz respeito à interação planta (genótipo) e ambiente. Como observado na Figura 3, nota-se que as temperaturas mínimas mais baixas foram observadas para o primeiro ano, logo no início do desenvolvimento e início da floração da cultura. Nesta mesma fase, no segundo ano, as temperaturas mínimas encontravam-se mais amenas, o que beneficiou o desenvolvimento e acarretou em menores intervalos nos períodos avaliados. Em 2013, quando as temperaturas mínimas ficaram mais baixas, as plantas já encontravam-se na floração e em início de frutificação, não sofrendo a influência das temperaturas mais baixas no início de seu desenvolvimento a campo.

O início do período de colheita, no ano de 2012, foi verificado aproximadamente aos 110 dias, após o transplante, para as cultivares Albion e Camino Real, e aos 97 dias, após o transplante, para a cultivar Camarosa. Para o ano de 2013, a colheita teve início aproximadamente aos 108 dias, 105 dias e 79 dias após o transplante das mudas, para as cultivares Camarosa, Camino Real e Albion. Nota-se, portanto, que a cultivar Albion teve redução também neste período, alcançando quase 32 dias de diferença, antecipando a colheita em um mês quando comparada ao ano anterior, sendo justificada pela data de plantio mais tardia e à ocorrência de temperaturas mais favoráveis ao desenvolvimento da cultura. Desta forma, nota-se a influência da temperatura no desenvolvimento das cultivares, sendo que o ano de 2013, quando estas encontraram condições favoráveis já no início de seu crescimento no campo, apresentaram desenvolvimento antecipado ao longo do período de avaliação, não sofrendo prolongamentos no ciclo em decorrência do

excesso de temperaturas mínimas baixas quando esta precisavam se aclimatar às condições de pós-transplante.

Observa-se que para a avaliação da fenologia (ciclo) a análise de variância apresentou efeito significativo ($p < 0,01$) para os fatores (cultivar x ano, cultivar x estágio e ano x estágio), evidenciando que seus efeitos não podem ser explicados de forma isolada, sendo que a resposta da variável ao efeito dos fatores de variação deve ser explicada de forma conjunta, pois ambos fatores ocasionaram influencia nas repostas das variáveis analisadas (Tabela 3).

Tabela 3 - Resumo da análise de variação para os subperíodos dos estádios fenológicos da floração e frutificação. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.

| Fator de Variação | GL | Quadrado Médio |
|--------------------------|-----------|-----------------------|
| Cultivar | 2 | 171,2490* |
| Ano | 1 | 1,0417 ^{ns} |
| Cultivar*Ano | 2 | 2,3889 ^{ns} |
| Estádio | 8 | 2568,8500* |
| Cultivar*Estádio | 16 | 51,9822* |
| Ano*Estádio | 8 | 1,8125* |
| Cultivar*Ano*Estádio | 16 | 1,0156 ^{ns} |
| Bloco | 2 | 0,3740 |
| Repetição | 11 | 1,2160 |
| Erro | 1877 | |
| Média | | 4,36 |
| C.V. (%) | | 21,39 |

*Significativo pelo Teste F, a 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo pelo Teste F, a 5% de probabilidade de erro.

De modo geral, cultivares de dias curtos (DC) são aquelas que exigem temperaturas mais baixas e condições fotoperiódicas com duração menor (SILVA et al., 2007), enquadrando-se neste grupo as cultivares Camino Real e Camarosa. Já as cultivares neutras (CN) ou indiferentes ao fotoperíodo são aquelas que florescem sob efeito de temperaturas mais elevadas, na faixa entre 10 °C e 28 °C, pertencendo a este grupo a cultivar Albion neste experimento.

Na determinação do número de dias para a ocorrência e a duração dos subperíodos que compõem os estádios da floração e frutificação, observa-se que as três cultivares avaliadas apresentaram valores bastante diferenciados em quase

todos os subperíodos, apresentando diferenças mais significativas na fase 4 (Tabela 4).

Tabela 4 - Médias dos nove subperíodos dos estádios fenológicos da floração e frutificação, em dias, de três cultivares de morangueiro. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.

| Estádio Fenológico | Subperíodo ¹ | Cultivar | | |
|--------------------|-------------------------|--------------|----------|-------------|
| | | Albion | Camarosa | Camino Real |
| FLORAÇÃO | 1 | 4,36 A* | 3,32 C | 3,72 B |
| | 2 | 1,49 B | 1,65 AB | 1,86 A |
| | 3 | 4,63 A | 4,08 B | 4,15 B |
| | 4 | 15,39 A | 10,38 C | 13,56 B |
| FRUTIFICAÇÃO | 5 | 4,68 A | 3,56 B | 3,67 B |
| | 6 | 5,74 A | 4,04 C | 4,58 B |
| | 7 | 2,90 A | 2,76 A | 2,93 A |
| | 8 | 1,75 AB | 1,61 B | 2,04 A |
| | 9 | 2,61 C | 2,94 B | 3,33 A |
| C.V. (%) | | 21,39 | | |

¹Subperíodo: 1) Aparecimento do botão floral; 2) Estádio de balão; 3) Flores completamente abertas; 4) Pétalas secam e caem; 5) Início do desenvolvimento do receptáculo floral (pseudofruto); 6) Aumento do tamanho do pseudofruto; 7) Aumento do pseudofruto, com percepção dos aquênios na superfície; 8) Início da maturação; 9) Pseudofrutos maduros, com 75 a 100% da superfície vermelha. *Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A análise de variação apresentou efeito significativo entre os diferentes estádios fenológicos da floração e frutificação, porém para efeitos deste trabalho essa interação não foi considerada, uma vez que estes estádios apresentam características bem distintas e tempo de duração igualmente diferenciado.

O subperíodo 1 da floração, caracterizado como o aparecimento do botão floral na base da roseta foliar, onde as gemas floríferas começam a apresentar aspecto globoso, teve duração média de 3,80 dias, sendo que as cultivares Albion, Camino Real e Camarosa permaneceram 4,36 dias, 3,72 dias e 3,32 dias neste subperíodo, respectivamente. Tais resultados estão de acordo com os observados por Antunes et al. (2006) que, trabalhando com cultivares de dia curto, verificaram que estas permaneceram, em média, 4 dias até atingirem o subperíodo 2 da floração.

Já para o subperíodo 2, também conhecido como estágio do balão, pois as pétalas começam a parecer embora ainda permaneçam fechadas, verificou-se que as plantas permaneceram em, média, 1,67 dias até atingirem o subperíodo 3 da floração. Estudando a fenologia de cultivares de morangueiro de dia curto, Antunes et al. (2006) observaram a duração de 1,80 dias neste subperíodo, caracterizando-o como o de menor duração para as cultivares avaliadas.

O subperíodo em que as plantas encontram-se com as flores completamente abertas, também conhecido como antese, foi caracterizado como sendo o terceiro subperíodo da floração no morangueiro (estádio 3). Em média, este subperíodo se estendeu por 4,29 dias para as cultivares avaliadas, sendo que variou de 4,63 dias para a cultivar Albion e 4,08 dias, para a Camarosa. Segundo Antunes et al. (2006), nesta fase ocorre a polinização do morango, permanecendo os estigmas receptivos para o recebimento do grão de pólen. Segundo Guttridge (1985), a antese caracteriza a fase final do processo de florescimento, quando os órgãos florais estão expostos, possibilitando a polinização e, conseqüentemente, a fertilização.

O subperíodo 4, considerado como o último do estágio da floração e o mais duradouro de todos, caracteriza-se pela secagem e queda das pétalas, fato que ocorre independente de ter ocorrido o processo de polinização e fertilização. Para este estágio, verificou-se a diferença de até 5 dias entre as cultivares, sendo que a que permaneceu maior tempo neste subperíodo foi a cultivar Albion, com 15,39 dias e a que permaneceu menos tempo, a cultivar Camarosa com 10,38 dias. Tais resultados corroboram com os observados por Antunes et al. (2006), que verificou diferença entre as cultivares que variou de 17,40 dias a 8,40 dias.

De acordo com o descrito por Barroso et al. (1999) frutos múltiplos são um conjunto de frutos simples, que podem ser identificados individualmente, de acordo com suas características. Neste contexto, caracterizam-se como frutos múltiplos os aquênios que se desenvolvem na superfície do receptáculo floral, que através da expansão celular, se torna carnoso e suculento e é a parte comestível do morango (pseudofruto).

O primeiro subperíodo avaliado no estágio da frutificação (subperíodo 5) é caracterizado como o início do desenvolvimento do receptáculo floral, tendo duração média de 3,97 dias, sendo que para a cultivar Albion verificou-se a maior duração, com 4,68 dias e para as cultivares de dia curto, não se observou diferença significativa entre si, com valores de 3,67 e 3,56 dias, para Camino Real e

Camarosa, respectivamente. No subperíodo 6, onde ocorre os maiores incrementos no tamanho do pseudofruto, possibilitado pelo receptáculo floral expandido, verificou-se que as cultivares levaram em média 4,78 dias até alcançarem o próximo subperíodo. Nesta etapa, verificou-se diferença significativa observou-se duração de 5,74, 4,58 e 4,04 dias, para Albion, Camino Real e Camarosa. No período subsequente (subperíodo 7) ainda verifica-se incremento no tamanho do pseudofruto, mas a diferenciação para o subperíodo anterior se dá pela percepção dos aquênios (frutos verdadeiros) sob a superfície do receptáculo floral desenvolvido. Nesta etapa, as cultivares não apresentaram diferenças significativas, resultado das menores variações entre as mesmas nesta fase, com duração média de 2,86 dias.

O subperíodo 8, compreendido a partir de quando o receptáculo floral cessa o incremento em tamanho até quando inicia a maturação dos pseudofrutos, teve duração média de 1,80 dias, variando de 2,04 dias para a Camino Real até 1,61 para a Camarosa.

Para o subperíodo 9, última fase do estágio da floração, caracterizado pelo aparecimento dos pseudofrutos maduros e com 75 a 100% da superfície com coloração vermelha característica, as cultivares avaliadas apresentaram amplitude na duração entre 3,33 dias para a Camino Real e 2,61 dias para a Albion. Antunes et al. (2006), neste mesmo subperíodo, verificou duração média de 2,80 dias, estando de acordo com os resultados obtidos no presente experimento, porém utilizando materiais genéticos diferentes. Observa-se que a cultivar Albion, para este subperíodo, apresenta-se com os menores valores, uma vez que os pseudofrutos dessa cultivar possuem a característica de rápida troca de coloração, porém essa não ocorre de maneira uniforme em toda a superfície.

Se considerar o período entre o início da floração e o início da colheita dos pseudofrutos, nota-se que as cultivares perfizeram, em média, 39,24 dias para completarem o intervalo entre os subperíodos 1 e 9. As cultivares Albion, Camino Real e Camarosa completaram os subperíodos em aproximadamente 44 dias, 40 dias e 34 dias, respectivamente. Nota-se, com isto, que a cultivar Albion apresenta floração e frutificação mais prolongados, para as condições deste experimento, uma vez que é um material de dia neutro e possui maior estabilidade durante o período de produção. Antunes et al. (2006) verificaram diferenças entre 36,4 a 40 dias necessários para que as plantas de morangueiro completassem os estádios

fenológicos da floração e frutificação, estando de acordo com o observado neste trabalho.

Para alcançar o sucesso na produção de morango, um fator primordial é a escolha de cultivares com características que, quando submetidas às condições ecológicas da região de cultivo e sobre práticas de manejo adequado, alcancem altas produtividades com garantias da qualidade do produto final. Duarte Filho (2006) menciona que a introdução de cultivares sem avaliação prévia das condições ecológicas é um dos grandes entraves na obtenção de produtividades elevadas, bem como na obtenção de maiores níveis de qualidade do produto final. Assim, em nível de Brasil, a produção de morangos é dominada pelo uso de cultivares de dia curto (STRASSBURGER et al., 2010), sendo que as cultivares de dia neutro ainda são pouco cultivadas e além de terem chegado ao país recentemente (OTTO et al., 2005).

Para as variáveis número de pseudofrutos (NP), massa fresca média dos pseudofrutos (MFP), largura (LARG) e comprimento (COMP) a análise de variância apresentou efeito significativo ($p < 0,01$) pelo teste de F, para os fatores cultivar x ano, evidenciando que os efeitos não podem ser explicados de forma isolada, devendo ser explicada de forma conjunta, pois ambos fatores, cultivar e ano, ocasionaram influencia nas repostas das variáveis analisadas (Tabela 5).

Tabela 5 - Resumo da análise de variância para número de pseudofrutos (NP); produtividade (PROD); massa fresca média dos pseudofrutos (MFP); largura (LARG), comprimento (COMP) e graus Brix (BRIX) de três cultivares de morangueiro, para dois anos de cultivo. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.

| Fator de Variação | GL | Quadrados Médios | | | | | |
|-------------------|-----|---------------------|------------------------|--------------------|---------------------|--------------------|--------------------|
| | | NP | PROD | MFP | LARG | COMP | BRIX |
| Cultivar | 2 | 2963,07* | 791989,18* | 2,92 ^{ns} | 23,68 ^{ns} | 96,10* | 23,8897* |
| Ano | 1 | 43,56 ^{ns} | 1766,99 ^{ns} | 10,56* | 0,01 ^{ns} | 0,40 ^{ns} | 0,61 ^{ns} |
| Cultivar*Ano | 2 | 216,26* | 10087,23 ^{ns} | 21,79* | 40,53* | 222,73* | 0,88 ^{ns} |
| Bloco | 2 | 22,50 | 9654,33 | 9,33 | 112,54 | 35,92 | 1,84 |
| Repetição | 15 | 7,92 | 3609,49 | 1,60 | 21,63 | 28,60 | 0,26 |
| Erro | 265 | | | | | | |
| Média | | 36,97 | 609,72 | 16,51 | 26,19 | 31,55 | 8,59 |
| C.V. (%) | | 9,95 | 13,70 | 9,08 | 11,23 | 12,95 | 9,01 |

*Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade.

Para as variáveis de produtividade (PROD) e porcentagem de sólidos solúveis ($^{\circ}$ BRIX) não houve interação significativa, apenas houve significância para o efeito simples do fator cultivar, sendo que os resultados podem ser explicados pelo uso de diferentes materiais genéticos, podendo ser usada isoladamente para explicar o desenvolvimento das cultivares avaliadas.

Sabe-se que a produtividade e a qualidade dos pseudofrutos do morangueiro são extremamente influenciadas pelos elementos micrometeorológicos e pelas práticas de manejo empregadas no cultivo. Todavia, a produtividade do morangueiro também está relacionada com a adaptabilidade das cultivares às condições climáticas e de solo. Portanto, no que diz respeito à produtividade, o Brasil encontra-se em quarto lugar, antecedido pelos EUA, Espanha e Japão, respectivamente (SANTOS; MEDEIROS, 2003).

No Brasil, a produtividade média das áreas cultivadas com morango encontra-se na faixa de 21 a 35 t ha⁻¹, sendo este valor abaixo do potencial da cultura que é de 60 t ha⁻¹ (SANTOS; MEDEIROS, 2003). Considerando a produtividade média dos Estados produtores, observa-se que o Espírito Santo e São Paulo alcançam tetos produtivos de 35 t ha⁻¹, seguido do Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Paraná, com aproximadamente 33 t ha⁻¹, 25 t ha⁻¹ e 21 t ha⁻¹, respectivamente (ANTUNES; DUARTE FILHO, 2005). Ainda neste contexto, de acordo com Teixeira (2011), a produtividade do cultivo de morangueiro varia de 25 t ha⁻¹ a 50 t ha⁻¹ ou 800 gramas por planta. Segundo OTTO et al. (2005), há previsão de aumento neste valor, visto a incorporação de novas tecnologias por parte dos produtores, assim como a possibilidade de maior época de colheita oferecidas pelas cultivares de dia neutro, que estão sendo introduzidas ano após ano.

Assim, as cultivares de morangueiro diferem de acordo com a adaptação regional, fazendo com que uma cultivar que se desenvolve satisfatoriamente em uma região não apresente o mesmo desempenho em condições ambientais diferentes (UENO, 2004). Conquanto, uma vez que as características produtivas das cultivares resultam do manejo adotado e das condições ambientais a que são submetidas, torna-se necessária a adequação do manejo e da cultivar a ser utilizada com o ambiente de cultivo (DUARTE FILHO et al., 2007).

Neste contexto, dentre as diversas cultivares de morangueiro atualmente disponíveis para produção, algumas assumem maior importância frente à cadeia produtiva nacional, por apresentarem maior adaptação às condições de cultivo, boas

produtividades e ampla aceitação pelo mercado consumidor. A cultivar Camarosa, originária da Universidade da Califórnia (EUA), na década de 90, é a mais difundida no Brasil, apresentando como principais características o alto vigor das plantas, a precocidade e a elevada capacidade de produção, com formação de pseudofrutos grandes de epiderme vermelha, firme e riso em sabor. A Camino Real, outra cultivar de dia curto e originária na Universidade da Califórnia, foi introduzida no país em 2006, caracterizando-se por ser menos vigorosa e possuir produtividade semelhante a cultivar Camarosa. Também de origem da Universidade da Califórnia, a Albion é uma cultivar de dia neutro e começou a ser cultivada no Brasil a partir de 2007, possui características medianas de produtividade e vigor, porém apresenta claras vantagens quanto à facilidade de colheita e aparência geral dos pseudofrutos, apresentando alta capacidade de produção. Verifica-se, porém, que as cultivares de dia neutro são pouco cultivadas quando comparadas às de dia curto, além de terem sido introduzidas no país tardiamente (OTTO et al., 2005).

Portanto, por meio dos resultados apresentados na Tabela 6, pode-se observar que para a característica de número de pseudofrutos por planta, a cultivar Camarosa apresentou superioridade frente às demais, apresentando aproximadamente 40 e 43 pseudofrutos planta⁻¹, para o ano de 2012 e 2013, respectivamente.

Já a cultivar Albion apresentou menor número de pseudofrutos por planta, para ambos os anos avaliados, com aproximados 30 pseudofrutos planta⁻¹ em 2013, ou seja, 13 pseudofrutos ou 30% a menos que a cultivar Camarosa para o mesmo ano.

Oliveira et al. (2008), testando o desempenho agrônomico de três cultivares de morangueiro no município de Pelotas/RS, obtiveram 55 pseudofrutos planta⁻¹ para a cultivar Camarosa e 44 pseudofrutos planta⁻¹ para Camino Real, valores acima dos observados para ambas as cultivares com este trabalho. De uma forma geral, as três cultivares avaliadas apresentaram alta regularidade quanto ao número de frutos e produção, o que de acordo com Rebelo e Balardin (1997) é uma característica muito valorizada pelos produtores, e não encontrada em algumas cultivares, que apresentam floradas intensas, porém periódicas (OLIVEIRA et al., 2006).

Tabela 6 - Número (pseudofrutos planta⁻¹), massa fresca (g pseudofruto⁻¹), largura e comprimento (mm) de pseudofrutos de três cultivares de morangueiro, para dois anos de cultivo. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.

| CULTIVAR | NÚMERO DE FRUTOS (pseudofrutos planta ⁻¹) | | MASSA FRESCA (g pseudofruto ⁻¹) | |
|-----------------|--|-----------|--|-----------|
| | 2012 | 2013 | 2012 | 2013 |
| ALBION | 32,29 c A* | 29,65 c B | 16,08 b B | 16,78 a A |
| CAMAROSA | 40,46 a B | 43,42 a A | 16,76 a A | 16,01 b B |
| CAMINO REAL | 36,98 b B | 39,00 b A | 17,26 a A | 16,16 b B |
| C.V. (%) | 9,95 | | 9,08 | |

| CULTIVAR | LARGURA (mm) | | COMPRIMENTO (mm) | |
|-----------------|-----------------|-----------|---------------------|-----------|
| | 2012 | 2013 | 2012 | 2013 |
| ALBION | 26,05 ab A | 27,42 a A | 30,30 b B | 33,79 a A |
| CAMAROSA | 25,43 b A | 25,82 b A | 30,60 b A | 30,21 b A |
| CAMINO REAL | 27,10 a A | 25,64 b B | 33,63 a A | 30,91 b B |
| C.V. (%) | 11,23 | | 12,95 | |

*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, na coluna, e maiúsculas, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Ao longo do período de colheita, verifica-se que o número de pseudofrutos por planta produzidos pela cultivar Camino Real foi inferior à da Camarosa, estando estes dados de acordo com o observado por Oliveira et al. (2008), porém superior ao número de pseudofrutos totais obtidos para a cultivar Albion. Tais resultados corroboram com os observados por Pereira et al. (2013) que, para a região de Pouso Alegre, Minas Gerais, verificou que a cultivar Camarosa se destacou das demais avaliadas pelo desempenho produtivo apresentado na região, fato que também foi observado por Duarte Filho (2006) em ensaios realizados na região mineira de Caldas, onde a cultivar apresentou maior número de pseudofrutos que as demais.

Para a variável massa fresca dos pseudofrutos, verifica-se que para o ano de 2012 a cultivar Camino Real apresentou o maior valor, com 17,26 g pseudofruto⁻¹. Para o ano de 2013, o maior valor médio de massa fresca dos pseudofrutos foi observado para a cultivar Albion, com 16,78 g pseudofruto⁻¹. Para a cultivar Camarosa, os valores encontrados foram de 16,76 g pseudofruto⁻¹ e 16,01 g pseudofruto⁻¹, e para a cultivar Camino Real, 17,26 g pseudofruto⁻¹ e 16,16 g pseudofruto⁻¹, para 2012 e 2013, respectivamente. Estes resultados estão de acordo

com os valores encontrados por Cocco et al. (2011), que avaliando a produtividade de cultivares de dia curto para a região de Pelotas/RS, verificaram a ocorrência de pseudofrutos com massa média de 16,6 g para a cultivar Camarosa e de 18,1 g para a cultivar Camino Real. Ainda nesse sentido, Vignolo et al. (2012) encontrou valores de massa média de 19,5 g pseudofruto⁻¹ e de 18,4 g pseudofruto⁻¹ para as cultivares Camarosa e Camino Real, respectivamente, valores acima dos observados para o presente trabalho. Já para a cultivar Albion, foi verificada massa média de pseudofrutos equivalente a 16,08 g pseudofruto⁻¹ e 16,78 g pseudofruto⁻¹, para o primeiro e segundo ano de avaliação, respectivamente. Tais resultados corroboram com os verificados por Carvalho et al. (2011), que encontraram massa média de 16,9 g pseudofruto⁻¹ para a cultivar Albion.

Neste contexto, os resultados encontrados para este experimento ficaram acima dos observados por Leite et al. (2012), que verificaram a ocorrência de pseudofrutos classificados como grandes, com 10,38 g para a cultivar Camarosa e 11,95 g para a cultivar Albion. Outros trabalhos realizados com a cultivar Camarosa encontraram valores de massa média que variaram desde 12,79 g até 41,53 g (MALGARIM et al., 2006; OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2006; OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2009; ANTUNES et al., 2010; RESENDE et al., 2010). Os resultados encontrados nesta pesquisa para a cultivar Camino Real ficaram acima dos obtidos por Camargo (2008), avaliando cultivares de morangueiro em sistema convencional e orgânico, observou a ocorrência de pseudofrutos com massa média igual a 10,65 g para a cultivar Camino Real, em sistema convencional de produção. A característica de tamanho do pseudofruto é bastante importante, pois segundo Conti et al. (2002), pseudofrutos grandes além de tornarem a colheita e a embalagem um processo mais rápido, têm maior valor para o mercado consumidor, resultando em maiores ganhos ao produtor. Também pode-se observar que os resultados obtidos ficaram acima do patamar de comercialização estabelecido para morango tipo extra, que é de 14 g por pseudofruto (REBELO; BALARDIN, 1997).

Quanto ao tamanho dos pseudofrutos, medida através da maior largura e maior comprimento dos mesmos, verificou-se que para o ano de 2012, a cultivar Camino Real apresentou maior tamanho, com 27,10 mm de largura e 33,63 mm de comprimento. Para o ano subsequente, verificou-se que a cultivar Albion apresentou os pseudofrutos com maior tamanho, com largura média de 27,42 mm e comprimento médio de 33,79 mm. Para a cultivar Camarosa, observa-se que para

ambos os anos, esta cultivar apresentou tamanho de pseudofrutos medianos quando comparada as demais. De acordo com as Normas de Classificação de Morango (PBMH; PIMo, 2009), que agrupam pseudofrutos de tamanho semelhantes definidos pelo maior diâmetro equatorial, os resultados desta pesquisa encontram-se de acordo com os previsto pelas normas de classificação, demonstrando que todas as cultivares apresentaram pseudofrutos com maior largura (diâmetro equatorial) na classe de diâmetro entre 15 mm e 35 mm.

No que diz respeito à produtividade das cultivares avaliadas (Tabela 7), verifica-se que os maiores tetos produtivos foram alcançados pela cultivar Camarosa, com aproximadamente 677 g planta⁻¹ e 695 g planta⁻¹, para os anos de 2012 e 2013, respectivamente.

Tabela 7 – Produtividade (g planta⁻¹) e teores de sólidos solúveis totais (°Bx) de pseudofrutos de três cultivares de morangueiro, para dois anos de cultivo. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.

| CULTIVAR | PRODUTIVIDADE (g planta ⁻¹) | | SÓLIDOS SOLÚVEIS TOTAIS (°Bx) | |
|-----------------|--|------------|----------------------------------|----------|
| | 2012 | 2013 | 2012 | 2013 |
| ALBION | 520,2543 c | 497,9943 c | 9,1792 a | 9,1125 a |
| CAMAROSA | 676,8684 a | 694,5559 a | 8,1313 c | 8,2167 b |
| CAMINO REAL | 639,4710 b | 629,1816 b | 8,6125 b | 8,3167 b |
| C.V. (%) | 13,70 | | 9,01 | |

*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Estes resultados encontram-se em acordo aos encontrados por Vignolo et al. (2012), para a mesma cultivar, que observou a produção de 519,20 g planta⁻¹, produção abaixo da observada com este trabalho. Porém, valores superiores aos obtidos foram encontrados por Vignolo et al. (2011), que obtiveram produção de 813,20 g planta⁻¹. Antunes et al. (2010) também relataram valores superiores aos observados com o presente estudo, alcançando 877,51 g planta⁻¹.

Já a cultivar Camino Real apresentou desempenho produtivo de aproximadamente 640 g planta⁻¹ e 629 g planta⁻¹, considerando os anos de 2012 e 2013. Estes valores encontram-se acima dos observados por Vignolo et al. (2011),

que obtiveram 540,40 g planta⁻¹ para esta cultivar, em condições da cidade de Pelotas/RS. Teixeira (2011) verificou a produção de 489,18 g planta⁻¹ para a cultivar Camino Real, valor também abaixo do observado com o presente experimento. Segundo Vignolo et al. (2012), embora fatores ambientais tenham grande influência sobre a produtividade do morangueiro, pode-se atribuir a menor produtividade da cultivar Camino Real também às características genéticas, que de acordo com Shaw (2004) é reconhecidamente menos produtiva que a Camarosa.

A cultivar de dia neutro Albion apresentou produtividade de aproximadamente 520 g planta⁻¹ e 498 g planta⁻¹, considerando os anos de 2012 e 2013. Estes valores encontram-se acima dos observados por Carvalho et al. (2011), que obtiveram apenas 277,30 g planta⁻¹. Os resultados encontrados para esta cultivar viabilizam a produção da mesma para a região em estudo, uma vez que o patamar de viabilidade econômica para a cultura é de 300 g planta⁻¹.

Ainda em relação às produtividades obtidas, estas podem ser consideradas como bastante satisfatórias, tendo sido superiores aos 300-400 g planta⁻¹ que é a média do Rio Grande do Sul (PAGOT; HOFFMANN, 2003), aos 300 g planta⁻¹ considerado, na prática, como patamar de viabilidade econômica para a cultura do morangueiro (REBELO; BALARDIN, 1997) e aos 700 g planta⁻¹ utilizado como referencial de produtividade adequada pelo Agriannual (2007).

Para fins de comparação, as produtividades obtidas, expressas em g planta⁻¹, foram transformadas para toneladas por hectare (t ha⁻¹), conforme metodologia proposta por Strassburger et al. (2010), que considera a área total utilizada (incluindo os passeios), determinada pelo cultivo em linhas quádruplas e espaçamento adotado de 0,30 x 0,30 m. Com base nisto, observou-se que as produtividades das cultivares Camarosa e Camino Real atingiram, aproximadamente, 48 t ha⁻¹ e 45 t ha⁻¹ e 49 t ha⁻¹ e 44 t ha⁻¹, para os anos de 2012 e 2013, respectivamente. Os valores observados para estas cultivares ficam muito próximos ao valor considerado como potencial para a cultura, que é de 60 t ha⁻¹ (SANTOS; MEDEIROS, 2003). Para a cultivar Albion, observou-se produtividade um pouco inferior, com aproximadamente 37 t ha⁻¹ e 35 t ha⁻¹, para 2012 e 2013, sendo estes valores próximos a média observada para as áreas cultivadas com morango no Brasil. Tais resultados ficaram acima da média do Estado, que é de 32,7 t ha⁻¹ (ANTUNES; DUARTE FILHO, 2005) e estão de acordo com Teixeira (2011) que relata que a produtividade normal do morangueiro encontra-se na faixa entre 25 t ha⁻¹

¹ e 50 t ha⁻¹. Se for realizada a comparação entre a cultivar mais produtiva, Camarosa, com a menos produtiva, Albion, observadas com este trabalho, verifica-se uma diferença de 11 t ha⁻¹ para o ano de 2012 e de aproximadamente 14 t ha⁻¹ para o ano de 2013, significativa redução na produção e, com isso, no rendimento obtido por área cultivada. Vale ressaltar, ainda, que a ocorrência de temperaturas mínimas mais baixas durante o período experimental referente ao ano de 2013 contribuiu para a obtenção de tetos produtivos inferiores para este ciclo, exceto para a cultivar Camarosa.

Considerando os teores de sólidos solúveis totais (SST), pode-se afirmar que os pseudofrutos da cultivar Albion apresentaram os maiores teores, com 9,18 °Bx e 9,11 °Bx, para os anos de 2012 e 2013, respectivamente. Os menores teores de SST foram observados para a cultivar Camarosa, com 8,13 °Bx e 8,21 °Bx, para os anos de 2012 e 2013. Já a cultivar Camino Real apresentou valores intermediários, com 8,61 °Bx para o ano de 2012 e 8,32 °Bx para 2013. Estes resultados estão um pouco acima dos verificados por Camargo (2008), que relata que a cultivar Camino Real produziu pseudofrutos com maior teor de sólidos solúveis no sistema convencional, com 7,96 °Bx. Já Resende et al. (2010), encontrou média de apenas 5,91 °Bx para a cultivar Camarosa, na região de Guarapuava/PR, valores bastante abaixo dos observados para a mesma cultivar neste experimento. Já Antunes (2013) avaliando os teores de SST de cultivares na região metropolitana de Curitiba/PR, encontrou valores de 6,23% e 5,89% para a cultivar Camino Real e 6,95% e 5,89% para a Albion, em diferentes épocas de avaliação, sendo a primeira em janeiro fevereiro e março e a segunda época, em setembro, outubro e novembro. Estes resultados também encontram-se abaixo dos encontrados neste experimento, para as três cultivares avaliadas.

Sabe-se que os sólidos solúveis estão relacionados com o sabor “doce” do morango, pois os açúcares são os componentes mais abundantes encontrados nos sólidos solúveis (KADER, 1991). De acordo com Kader (1991), o teor de sólidos solúveis em morango pode variar entre 4,6% e 11,9%, conforme a cultivar e os fatores pré-colheita a que essa cultivar foi sujeita, mas, para que um fruto seja sensorialmente aceitável, este deve possuir um teor mínimo em sólidos solúveis de 7%. O teor de sólidos solúveis tem tendência a aumentar com o avanço da maturação, sendo constituídos principalmente por açúcares, sendo variáveis com a espécie, a cultivar, estágio de maturação e o clima (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Verifica-se, também, que a redução na permanência do fruto na planta diminui o acúmulo de açúcares (DARNELL, 2003). Assim, o teor de sólidos solúveis totais fornece um indicativo referente à quantidade de açúcar presente nos pseudofrutos, sendo que para as condições experimentais a cultivar Albion apresentou pseudofrutos mais doces, em relação às cultivares Camarosa e Camino Real, sendo que todas apresentaram mais que 7% de sólidos solúveis, estando dentro do parâmetro aceitável de sabor do morango.

2.6 Conclusões

Para alcançar o início da floração, frutificação e colheita, considerando o ano de 2012, a cultivar de dia curto Camarosa foi a mais precoce. Para o ano de 2013, a cultivar de dia neutro, Albion, apresentou maior precocidade, porque foi transplantada ao campo mais tardiamente, encontrando temperaturas mais amenas na fase inicial de desenvolvimento.

Analisando os subperíodos do estágio fenológico da floração, para as três cultivares de morangueiro, conclui-se que a cultivar Camarosa apresentou as menores médias, mostrando-se mais precoce para concluir o estágio da floração. Da mesma maneira, quando analisados os subperíodos da frutificação, conclui-se que a cultivar Camarosa apresentou as menores médias para os subperíodos 5, 6, 7 e 8, evidenciando a maior precocidade desta cultivar também no estágio da frutificação. Já para o subperíodo 9 da frutificação, verificam-se menor duração para a cultivar Albion. De maneira geral, as cultivares Albion, Camino Real e Camarosa perfizeram, 43,55 dias, 39,84 dias e 34,31 dias, respectivamente, para concluir as etapas de floração e frutificação, evidenciam a precocidade da cultivar Camarosa em relação as demais avaliadas.

Para as variáveis número de pseudofrutos por planta e produtividade, a cultivar Camarosa apresentou os maiores valores, para ambos os anos. Quando considerada a massa fresca dos pseudofrutos, a largura e o comprimento, conclui-se que a cultivar Camino Real e Albion alcançaram as maiores médias, para 2012 e 2013, respectivamente. Considerando os teores de sólidos solúveis totais, conclui-se

que a cultivar Albion apresentou os maiores valores de °Brix, para os dois anos avaliados.

2.7 Referencial Bibliográfico

AGRIANUAL - Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Agro Informativos, p.424-427, 2006.

ANDRIOLO, J. L. Preparo e manejo da solução nutritiva na produção de mudas e de frutas do morangueiro. **In: SEMINÁRIO SOBRE O CULTIVO HIDRÔNICO DE MORANGUEIRO**, 2007, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: UFSM, CCR, Departamento de Fitotecnia, 2007. 60p. p.41-50.

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

ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, J. **Sistema de Produção de Morango**. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. EMBRAPA Clima Temperado, Sistema de Produção, n. 5, 2005. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/index.htm> Acesso em: 18 de setembro de 2013.

ANTUNES, M. C. **Qualidade de frutos de seis cultivares de morangueiro**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba/PR. 40p. 2013.

ANTUNES, O. T. et al. Floração, frutificação e maturação de frutos de morangueiro cultivados em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 4, out/dez. 2006.

BARROSO, G.M. et al. **Frutos e sementes: Morfologia aplicada à sistemática de dicotiledôneas**. Viçosa: UFV. 443p. 1999.

BERGAMASCHI, H. **O clima como fator determinante da fenologia das plantas**. UFRGS, 2007.

BURIOL, G. A. et al. Modificação na temperatura mínima do ar causada por estufas de polietileno transparente de baixa densidade. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria. v.1, n.1, p.43-49, 1993.

CALVETE, E. O. et al. Fenologia, produção e teor de antocianinas de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, vol.30, n.2, p. 396-401. 2008.

CAMARGO, L. K. P. **Produtividade e qualidade de cultivares de morangueiro em sistemas orgânico e convencional na região de Guarapuava-PR**. Dissertação (mestrado). Universidade Estadual do Centro-Oeste, Unicentro-PR. 97p. 2010.

CARVALHO, S. F. et al. Produtividade de cultivares de morangueiro de dia neutro na região de Pelotas-RS. **In: XIII ENPOS - Encontro da Pós Graduação, UFPel - 2011.**

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutas e hortaliças: Fisiologia e Manuseio**. Lavras: UFLA, 785 p., 2005.

COCCO, C. et al. Produtividade de cultivares de morangueiro de dia-curto na região de Pelotas-RS. **In: XIII ENPOS - Encontro da Pós Graduação, UFPel - 2011.**

CONTI, J. H.; MINAMI, K.; TAVARES, F. C. A. Comparação de caracteres morfológicos e agrônômicos com moleculares em morangueiros cultivados no Brasil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.3, p.419-423, set. 2002.

DARNELL, R. L. Strawberry growth and development. **In: CHILDERS, N. F. (ed). The strawberry: a book for growers, others**. Gainesville: University of Florida, 2003. p.3-10.

DE FINA, A. L. ; RAVELO, A.C. Fenologia. **In: De Fina, A.L. e Ravelo, A.C. Climatologia y Fenologia Agrícolas**, Buenos Aires, EUDEBA, p.201-209, 1973.

DUARTE FILHO, J. Cultivares de morango. **In: CARVALHO SP (coord). Boletim do morango: cultivo convencional, segurança alimentar, cultivo orgânico**. Belo Horizonte: FAEMG, 160 p. 2006.

DUARTE FILHO, J. et al. Aspectos do florescimento e técnicas empregadas objetivando a produção precoce em morangueiros. **Informe Agropecuário**, v. 20: p.30-35.1999.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produções de Informações, 1999. 412p.

FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **FAOSTAT: Agricultural Production/strawberry**. 2008. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 27 outubro de 2013.

GUTTRIDGE, C. G. *Fragaria x ananassa*. In: HALVEY AH (editor). **CRC handbook of flowering**. Boca Raton: CRC Press. p. 16-33. 1985.

HEIDE, O. M. Photoperiod and temperature interactions in growth and flowering of strawberry. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 40, n. 40, p. 21–26, 1977.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados climáticos da Estação de Frederico Westphalen**. Banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em:<<http://www.inmet.gov.br/>> Acesso em: 2012-2013.

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

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

LEITE, G. V. et al. Produtividade de cultivares de morango em sistema de cultivo orgânico na região sul de Sergipe. In: 3º Seminário de Iniciação científica e Pós-Graduação da Embrapa Tabuleiros Costeiros. 8p. 2012.

MALGARIM, M. B.; FLORES, C. R. F.; COUTINHO, E. F. Sistemas e condições de colheita e armazenamento na qualidade de morangos cv. Camarosa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 28, n. 2, p. 185-189, 2006.

MEIER, U. **Codificación BBCH de los estádios fenológicos de desarrollo de la fresa**. 1994. Disponível em: <http://www.bba.de/veroeff/bbchspa.pdf>. Acessado em 14 de outubro de 2013.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961.46 p.

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

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

OLIVEIRA, R.P.; SCIVITTARO, W.B. Produção de frutos de morango em função de diferentes períodos de vernalização das mudas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 91-95, 2009.

OTTO, R. F. et al. Produção de cultivares de morango de Dia Neutro em função de adubações com nitrogênio, durante o verão de Ponta Grossa - PR. In. 45º CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, Fortaleza. **Horticultura Brasileira**, Suplemento, 2005. v. 23. p. 403-403. 2005.

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

PBMH & PIMo - PROGRAMA BRASILEIRO PARA A MODERNIZAÇÃO DA HORTICULTURA E PRODUÇÃO INTEGRADA DE MORANGO. **Normas de Classificação de Morango**. São Paulo: CEAGESP, 2009. (Documentos, 33).

PEREIRA, W.R. et al. Produtividade de cultivares de morangueiro, submetidas a diferentes épocas de plantio. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 3, 2013.

REBELO, J. A.; BALARDIN, R. S. **A cultura do morangueiro**. 3. ed. Florianópolis: EPAGRI, morangueiro 1997. 44 p. (EPAGRI. Boletim Técnico, 46).

RESENDE, J. T. V. et al. Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, 2010.

RESENDE, J. T. V. et al. Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, p.185-189, 2010.

ROBERT, F.; RISSER, G., PÉTEL, G. Photoperiod and temperature effect on growth of strawberry plant (*Fragaria x ananassa* Duch.): development of a morphological test to assess the dormancy induction. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 82, p. 217-226, 1999.

RONQUE, E.R.V. **Cultura do morangueiro**; revisão e prática. Curitiba: Emater, 1998. 206 p.

SANTOS, A.M.; MEDEIROS, A.R.M. (eds). **Morango**. Produção. Frutas do Brasil, 40.

SHAW, D. V. Strawberry production systems, breeding and cultivars in California. **In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2.; ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS, 2004, Pelotas, RS. Palestras...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p.15-20. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 124).

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

STRASSBURGER, A. S. et al. Crescimento e produtividade de cultivares de morangueiro de "dia neutro" em diferentes densidades de plantio em sistema de cultivo orgânico. **Bragantia**, vol.69, n.3, pp. 623-630, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 954p

TEIXEIRA, C.P. **Produção de mudas e frutos de morangueiro em diferentes sistemas de cultivo**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras. Lavras: UFLA, 74p., 2011.

UENO, B. Manejo integrado de doenças do morango. **In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2. Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado. p. 69-77. 2004.

VERDIAL, M.F. **Frigoconservação e vernalização de mudas de morangueiro (Fragaria X ananassa Duch.) produzidas em sistemas de vasos suspensos**. Tese (Doutorado em Agronomia/Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 71p., 2004.

VIGNOLO, G. K. et al. Produção de morangos a partir de fertilizantes alternativos em pré-plantio. **Revista Ciência Rural**, 41: 1755 –1761, 2011.

VIGNOLO, G. K. et al. Produção de frutos e compostos funcionais de quatro cultivares de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, (Suplemento – CD Rom), 2012.

3. ARTIGO II

DESEMPENHO PRODUTIVO E DIAGNOSE NUTRICIONAL DE PLANTAS DE MORANGUEIRO EM FUNÇÃO DE DIFERENTES FONTES DE ADUBAÇÃO PRÉ-PLANTIO

3.1 Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes fontes de adubação no desempenho produtivo e na evolução dos teores foliares de nutrientes em plantas de morangueiro, cultivar Camarosa, conduzidas em túnel baixo. Os tratamentos avaliados constituíram-se de fontes de adubação em pré-plantio: Testemunha, Topmix™, Formulação Comercial NPK e NPK Formulado. Na avaliação da produtividade, realizou-se contagem do número de frutos, pesagens e medições de maior largura e comprimento, assim como determinação dos teores de sólidos solúveis totais, sendo o período avaliado dividido em quatro épocas. Na determinação do estado nutricional, realizou-se coleta de material vegetal a cada 40 dias. Os resultados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para a variável produtividade, os maiores valores foram verificados na terceira época. Ao final do experimento, foram verificadas aproximadamente 615 g planta⁻¹ para o tratamento Topmix, evidenciando a maior produtividade deste para as condições deste experimento. Os maiores valores de massa fresca de pseudofrutos foram observados na segunda época avaliada, sendo que os tratamentos mostraram-se bastante semelhantes. O número de pseudofrutos foi superior na terceira época avaliada, os teores de sólidos solúveis totais (SST) não diferiram entre as épocas, a largura de pseudofrutos foi maior na segunda e quarta épocas e o comprimento não diferiu entre as épocas. O tratamento Topmix apresentou as maiores médias para número de pseudofrutos, SST, largura e comprimento. Os teores de nitrogênio foram maiores na primeira época e a Testemunha apresentou os menores valores. Os teores de fósforo foram maiores no tratamento NPK Formulado e na primeira época. Para o potássio, não houve diferença entre os tratamentos e os teores foliares foram inferiores na primeira época. Os teores foliares de nitrogênio e potássio encontraram-se nas faixas de suficiência, enquanto os valores de fósforo ficaram abaixo da faixa considerada como suficiente na cultura do morangueiro.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*. Camarosa. Produção. Estado nutricional. Teor foliar.

3.2 Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of different nutrient sources on growth performance and evolution of foliar nutrient concentrations in plants of strawberry, cultivar Camarosa, conducted in low tunnels. The treatments consisted of nutrient sources in pre-planting: Control Treatment, Topmix, Formulation Commercial NPK and NPK Formulated. In assessing the productivity, there was counting the number of fruits, weighing and measuring of greater width and length as well as determination of the levels of total soluble solids, being the study period divided into four epochs. In determining the nutritional status, was held collects of vegetable material every 40 days. The results were subjected to analysis of variance and means were compared by Tukey test, at 5% probability. For productivity variable, the highest values were checked in the third epoch. At the end of the experiment, approximately 615 g plant⁻¹ for the treatment Topmix, showing the greater productivity of this to the conditions of this experiment were verified. The highest values of fresh weight of pseudofruits were observed on the second epoch assessed, being that the treatments were quite similar. The number of pseudofruits was higher in the third epoch evaluated, the levels of total soluble solids (SST) did not differ between seasons, the width of pseudofruits was higher in the second and fourth epochs and the length did not differ between seasons. The Topmix treatment presented the highest averages for number of pseudofruits, SST, width and length. The nitrogen contents were higher in the first epoch and the Control Treatment had the lowest values. The phosphorus contents were higher in the NPK treatment Formulated and in first epoch. For potassium, there was no difference between treatments and foliar contents were lower in the first epoch. Foliar nitrogen and potassium were found in the sufficiency ranges, while the values of phosphorus were below the range considered as sufficient in strawberry culture.

Keywords: *Fragaria x ananassa*. Camarosa. Production. Nutricional status. Foliar content.

3.3 Introdução

O morangueiro (*Fragaria X ananassa* Duch.) é uma planta perene, porém cultivada como anual, principalmente por questões sanitárias e fisiológicas (RONQUE, 1998). Nos últimos anos, houve crescente aumento na produção desta planta olerícola, devido à sua alta rentabilidade por área cultivada e diversidade de

usos, além da alta demanda em mão-de-obra. A produção mundial de morango é estimada em 4,5 milhões de toneladas ao ano (FAO, 2012).

O Brasil ainda não aparece nas estatísticas entre os grandes produtores mundiais, mas começa a se destacar, devido às condições naturais favoráveis ao cultivo e a produção em quase todos os meses do ano (ANTUNES; REISSER JÚNIOR, 2007). Atualmente, a produção brasileira é de aproximadamente 133 mil toneladas ao ano (PORTAL DO AGRONEGÓCIO, 2011; ISLABÃO et al., 2013), com destaque aos estados de Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul. O Estado gaúcho é um dos mais tradicionais no cultivo do morango, se destacando no cenário nacional, onde ocupa a terceira posição no *ranking* de produção, com aproximadamente 18 mil toneladas.

A produtividade do morangueiro varia em função de uma série de fatores, dentre eles o uso de tecnologias de produção e a escolha de cultivares adaptadas e produtivas, sendo altamente influenciada pelo ambiente. Desta maneira, a produtividade varia de 12 a 45 toneladas por hectare produtivo, alcançando em média 800 gramas por planta. No Estado, a cultivar de dia curto mais plantada é a Camarosa, sendo utilizada para consumo *in natura* e na industrialização, principalmente na produção de doces, sucos e geleias (OLIVEIRA et al., 2005).

Outro aspecto importante, na produção desta planta, diz respeito ao manejo da adubação, sendo que esta, juntamente com a adequada nutrição das plantas, garantirão a qualidade do morango maduro. Desta maneira, metodologias de diagnose do estado nutricional de plantas, através da análise de tecido, tornam-se ferramentas imprescindíveis para o correto monitoramento e adequação de doses e fontes de adubação.

De maneira ampla, os elementos nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) são os de maior significância para a cultura. De acordo com trabalho desenvolvido por Filho et al. (1999), até o início da colheita, a planta de morangueiro absorve, aproximadamente 37% do N, 29% do fósforo e 23% do potássio requerido durante todo o ciclo da planta, tornando-se aspecto importante no correto planejamento e parcelamento da aplicação de fertilizantes.

Apesar de ser exigido em grande quantidade, o N não pode ser aplicado de forma indiscriminada, pois o excesso deste nutriente ocasiona um crescimento vegetativo exuberante em contrapartida apresenta baixo rendimento produtivo, podendo favorecer o aparecimento de doenças pelo desequilíbrio nutricional das

plantas. Segundo Pacheco et al. (2007), a adequada nutrição fosfatada é importante visando aumentar a resistência do morangueiro às doenças, assim como aumentar a consistência e tamanho dos frutos produzidos. Em níveis baixos ou limitantes, o P pode ocasionar paralisia tanto no crescimento vegetativo como no reprodutivo da planta, além de tornar os frutos ácidos e com aroma desagradável.

Dentre os nutrientes mais utilizados pelo morangueiro destaca-se o potássio, o qual tem sido considerado o "elemento da qualidade" em nutrição de plantas (MALAVOLTA et al., 1997), por influenciar positivamente as características físico-químicas e propiciar incremento de produção. De acordo com Castellane (1989) e Filho et al. (1999), o potássio é o nutriente que mais favorece a qualidade do morango, aumentando os teores de sólidos solúveis totais, de ácido ascórbico e melhorando o aroma, o sabor, a cor e a firmeza. O uso de altas doses de fertilizante potássico tem contribuído para o aumento da concentração de suco no fruto, maior teor de sólidos solúveis totais, elevando com isso a produtividade e a massa média de frutos (LIN et al., 2004; CARVALHO et al., 1999). De acordo com dados obtidos por Pacheco et al. (2007), o K conferiu maior longevidade à planta, tornando-a produtiva por um período de tempo relativamente maior.

Desta maneira, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes fontes de adubação no desempenho produtivo, na qualidade de pseudofrutos e nos teores foliares de nutrientes em plantas de morangueiro, cultivar Camarosa, conduzidas em túnel baixo.

3.4 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em área experimental da Universidade Federal de Santa Maria, localizada no município de Frederico Westphalen – RS, na região do Médio-Alto Uruguai. O local onde o experimento foi alocado situa-se, geograficamente, a 27° 23,728" latitude sul, 53° 25,749" longitude oeste e 493 m de altitude.

O solo da área caracteriza-se por apresentar textura argilosa, bem drenado, profundo a muito profundo, classificado como Latossolo Vermelho aluminoférrico típico (EMBRAPA, 1999). O clima da região é do tipo Cfa – subtropical úmido –,

apresentando características de temperado chuvoso, com precipitação média anual elevada e bem distribuída ao longo do ano, sendo que a média anual fica em torno dos 1800 mm, e subtropical do ponto de vista térmico (MORENO, 1961).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 3 bloco e parcelas constituídas de 12 repetições, que foram as plantas de avaliação. Para efeito de análise estatística, considerou-se o experimento como fatorial, sendo o fator analisado as diferentes fontes de adubação em pré-plantio. Para a produtividade, o experimento foi considerado como bifatorial, sendo os fatores constituídos pelas diferentes fontes de adubação em pré-plantio e as diferentes épocas de avaliação.

Como tratamentos, utilizou-se de quatro fontes de adubação em pré-plantio, sendo estas: Testemunha (tratamento 1), fertilizante TOPMIX™ (tratamento 2), Formulação Comercial NPK (tratamento 3) e NPK formulado (tratamento 4). A cultivar escolhida para a condução dessa pesquisa foi a Camarosa, material de dia curto mais utilizado no Sul do Brasil, sendo o transplante realizado em 20 de maio de 2013. Na análise da produtividade e qualidade dos pseudofrutos, considerou-se quatro épocas distintas de avaliação, sendo elas: início da frutificação (época 1); do início da frutificação até o início da frutificação plena (época 2); da frutificação plena até o final do ciclo (época 3); e do final do ciclo até o final do experimento (época 4). Nas amostras de tecido foliar, considerou-se quatro épocas de coleta de material vegetal, sendo esta iniciada concomitante com o início da floração e realizadas a cada 40 dias (épocas 0, 40, 80 e 120).

Realizou-se amostragem da camada superficial do terreno (0-20 cm), para caracterização das propriedades químicas do solo, para a prescrição da condição inicial e definição de doses das fontes de adubação (Tabela 1). Com base na análise química do solo, realizou-se aplicação de adubação orgânica em área total, com a utilização de esterco de galinha (cama de aviário), na dose de 3 kg m⁻² de canteiro (REBELO; BALARDIN, 1989), realizada 40 dias antes do transplante e incorporado no solo. O preparo do solo consistiu em aragem pesada seguida de gradagem, com posterior encanteiramento com uso de enxada rotativa.

Tabela 1 - Resultado da análise química para predição da condição inicial da fertilidade do solo da área experimental. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.

| Argila % | M.O. % | pH | Índice SMP | P mg/L | K mg/L | Al cmol _c /L | Ca cmol _c /L | Mg cmol _c /L | CTC cmol _c /L |
|-------------|-----------|-----|---------------|-----------|-----------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|-----------------------------|
| 54,0 | 2,4 | 5,7 | 6,19 | 3,9 | 136,5 | 0,0 | 6,3 | 2,8 | 12,7 |

Ainda considerando os resultados da análise química do solo, procedeu-se a definição de doses dos tratamentos a serem utilizados, com base na recomendação proposta pela CQFS-RS/SC (2004), aplicados 20 dias antes do transplante das mudas, como segue:

Tratamento 1 – mantida sem a aplicação de fertilizante químico;

Tratamento 2 – aplicação de 0,2 kg m⁻² de canteiro do fertilizante Topmix;

Tratamento 3 – aplicação de 300 kg ha⁻¹ do fertilizante químico (formulação comercial NPK na proporção 04-14-08);

Tratamento 4 – dosagem de 120 kg ha⁻¹ de nitrogênio, na forma de uréia; 220 kg ha⁻¹ de pentóxido de difósforo (P₂O₅), na forma de superfosfato triplo; 80 kg ha⁻¹ de óxido de potássio (K₂O), na forma de cloreto de potássio.

Antes do transplante, realizou-se o *toalete* das mudas e logo após, foi realizado o plantio, respeitando espaçamento de 0,30 x 0,30 m, sendo os canteiros de dimensões de 1,20 m de largura por 15,00 m de comprimento. Regas pesadas foram realizadas até o completo pegamento das mudas, utilizando de sistema de irrigação por aspersão. Transcorridos 30 dias após o plantio das mudas, efetuou-se a instalação do sistema de irrigação por gotejamento, utilizando-se de fitas gotejadoras e da cobertura do solo (*mulching*), constituindo-se de filme de polietileno opaco preto, com espessura de 30 μM.

O manejo da cultura foi realizado de acordo com as recomendações previstas na literatura e o controle fitossanitário, conforme o aparecimento de sintomas, utilizando-se de produtos específicos. Na condução do experimento, utilizou-se ambiente protegido, utilizando estrutura túnel baixo, com cobertura de filme plástico transparente de polietileno de baixa densidade aditivado contra raios ultravioleta (PEbd anti-UV), com espessura de 150 μM. Na montagem da estrutura, foram utilizados arcos de ferro zincado, com diâmetro de 5 mm, sendo estes distanciados 1,5 m um do outro.

O desempenho produtivo foi mensurado por meio da contagem do número de frutos, no período compreendido entre o início da maturação até o final da colheita, sendo estipulado o dia 15 de dezembro como o término das avaliações. Considerou-se o número de pseudofrutos por planta avaliada, tamanho (expresso pela maior largura e comprimento meridionais) e massa fresca dos pseudofrutos, assim como a produtividade da cultura (g planta^{-1}). Também se realizou mensuração dos teores de sólidos solúveis totais (SST, expressos em °Bx), por meio da utilização de refratômetro portátil. Para fins de comparação, dividiu-se o período de avaliações em quatro épocas, com intervalo de aproximadamente 40 dias entre elas, sendo assim dispostas:

Época 1 – do início da colheita até dia 15 de setembro (início da frutificação);

Época 2 – de 16 de setembro a 25 de outubro (do início da frutificação até o início da frutificação plena);

Época 3 – de 26 de outubro a 05 de dezembro (da frutificação plena até final do ciclo);

Época 4 – de 06 de dezembro a 15 de dezembro (final do ciclo até final do experimento).

Na determinação do estado nutricional, realizou-se coleta do terceiro e quarto trifólio de cada uma das plantas de avaliação, de acordo com o recomendado pela CQFS-RS/SC (2004), sendo que as avaliações tiveram início concomitante com o início da floração e foram realizadas a cada 40 dias, até o final do experimento.

A temperatura máxima e mínima e os valores de radiação solar global (RG) foram registrados diariamente, através da Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática de Frederico Westphalen/RS (INMET, 2013), distante aproximadamente 30 m do local do experimento.

A radiação fotossinteticamente ativa foi estimada considerando-se como 45% da radiação solar global (CARON et al., 2012), sendo que esta fração representa o valor médio entre os encontrados por Assis e Mendez (1989) e Pandolfo (1995) para o Rio Grande do Sul.

Realizou-se a análise da variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro.

3.5 Resultados e Discussão

Os dados de temperatura mínima e máxima diárias e a média para cada intervalo de vinte dias, para o período de 19 de maio a 15 de dezembro de 2013, evidenciam que a média da temperatura foi de 17,1 °C, com valores extremos de 16,4 °C e 17,8 °C (Figura 1).

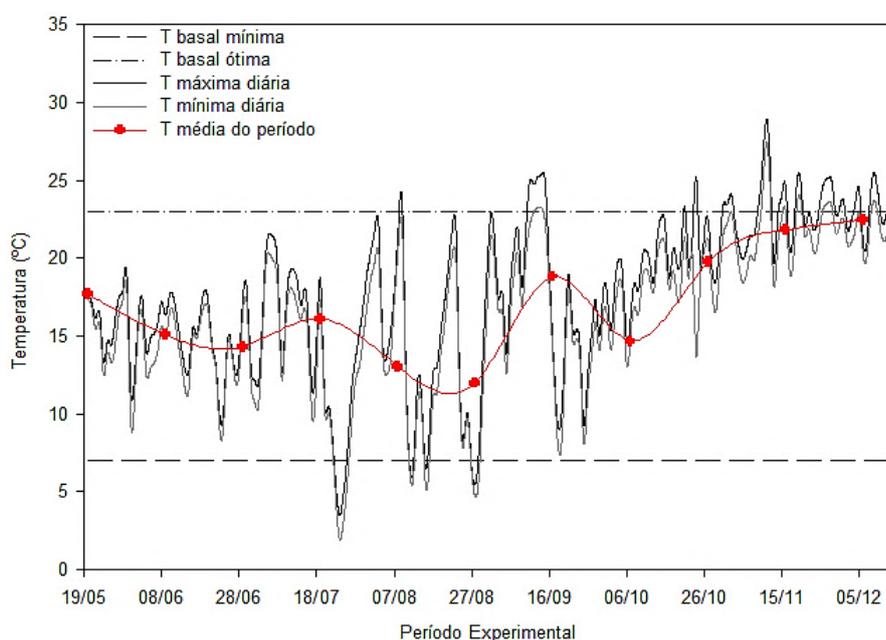


Figura 1 - Variações de temperaturas mínima e máxima diárias do ar e temperaturas médias do período experimental, relativas ao ano de 2013. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.

Pode-se observar que as temperaturas observadas durante o período experimental favoreceram o desenvolvimento do morangueiro na região em estudo, sendo que poucas foram as observações com valores abaixo da temperatura basal mínima para a cultura, que é de 7 °C, e acima da temperatura basal ótima, que é de 23 °C. Segundo Buriol et al. (1993), quando comparadas as temperaturas mínimas do ar externas e internas do ambiente de cultivo (túnel baixo), tem-se superioridade entre 1 °C e 3 °C no interior do túnel baixo, exceto em noites de vento forte. Desta forma, o correto manejo do túnel baixo, de modo a possibilitar a adequada ventilação

e controle da temperatura do ar, tornam-se práticas imprescindíveis para viabilizar o uso desse ambiente produtivo na produção de morangoiro.

O fluxo de radiação solar global (RG) para o período experimental foi, em média, $17,14 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, com variação de $1,07 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ a $36,09 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ (Figura 2). Considerando a parcela de radiação fotossinteticamente ativa (RFA), a média foi de $7,71 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, variando de $0,48 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ a $16,24 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$.

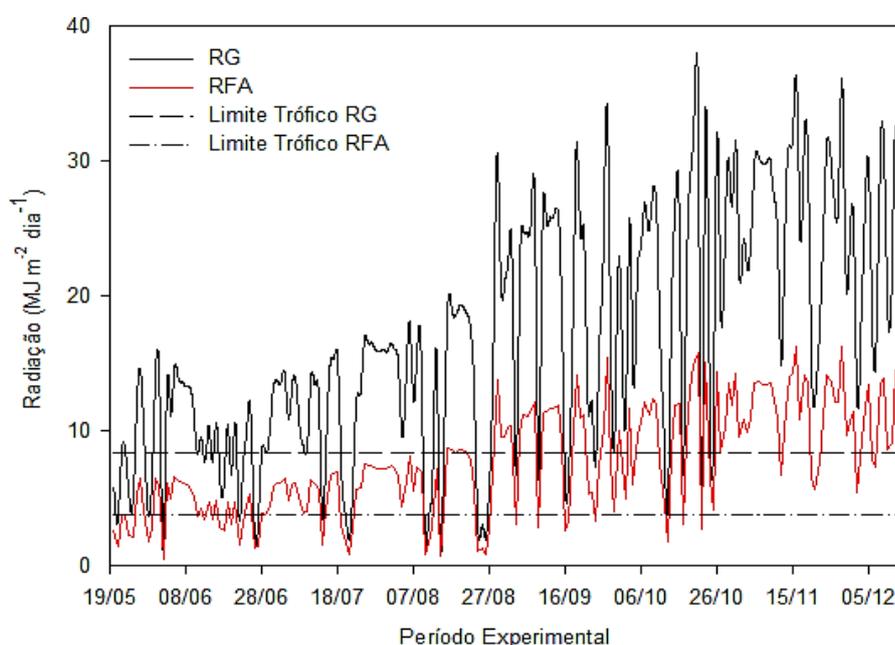


Figura 2 - Variações de radiação solar global (RG) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA), e limites tróficos de radiação global (limite trófico RG) e de radiação fotossinteticamente ativa (limite trófico RFA), para o período de 19 de maio a 15 de dezembro de 2013. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.

Para que ocorra o crescimento e desenvolvimento normal é preciso que a quantidade de radiação recebida seja superior ao limite trófico da cultura. Para a maioria das hortaliças, o nível de radiação é de aproximadamente $8,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, considerando como o nível em que a planta produz o mínimo de fotoassimilados necessários à manutenção de seu metabolismo (ANDRIOLO, 2000). Quando considerada a RFA este valor fica em $3,8 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, sendo que os valores observados durante o período experimental ficaram próximos a este limite.

No interior do ambiente de cultivo (túnel baixo), ocorre uma redução da radiação solar incidente, que varia principalmente em função da transmissividade do

material de cobertura, da época do ano, da hora do dia e da orientação e arquitetura da construção (ROBLEDO; MARTIN, 1981; VILLELE, 1993; MONTERO et al., 1985). Para a região de Pelotas/RS, FARIAS et al., (1993), encontrou transmissividade média de radiação global de 83%, utilizando filme de polietileno de baixa densidade (PEBD), com 100 micras de espessura. Para as condições de Santa Maria/RS, BURIOL et al. (1995) encontrou valor médio de transmissividade de 73,1%, em filme de PEBD, com 100 micras de espessura. Desta maneira, de acordo com Alpi e Tognoni (1999), o PEBD apresenta elevada transmissividade à radiação solar, com valores médios que variam de 70% a 80%.

Para as variáveis produtividade (PROD) e massa fresca de pseudofrutos (MFP) a análise de variação mostra que houve interação ($p < 0,01$), para os fatores tratamento x avaliação, evidenciando que seus efeitos não podem ser explicados de forma isolada, pois ambos fatores, tratamento e avaliação, ocasionaram influência na resposta destas variáveis (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo da análise de variância para número de pseudofrutos por planta (NP), produtividade (PROD), massa fresca dos pseudofrutos (MFP), largura (LARG), comprimento (COMP) e graus Brix (BRIX) de pseudofrutos da cultivar Camarosa submetidos a diferentes fontes de adubação em pré-plantio. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.

| FATOR DE VARIAÇÃO | GL | QUADRADOS MÉDIOS | | | | | |
|----------------------|-----|--------------------|---------------|--------------|--------------------|---------------------|--------------------|
| | | NP | PROD | MFP | LARG | COMP | BRIX |
| Tratamento | 3 | 49,21* | 19540,73* | 35,79* | 41,12* | 229,68* | 17,27* |
| Avaliação | 3 | 3324,00* | 570781,67* | 227,93* | 98,56* | 11,12 ^{ns} | 0,20 ^{ns} |
| Tratamento*Avaliação | 9 | 5,41 ^{ns} | 2660,16* | 6,36* | 6,88 ^{ns} | 10,44 ^{ns} | 0,17 ^{ns} |
| Bloco | 2 | 3,99 | 3576,07 | 0,30 | 0,25 | 7,65 | 0,38 |
| Repetição | 7 | 2,42 | 541,66 | 2,87 | 18,53 | 21,67 | 1,74 |
| Erro | 359 | | | | | | |
| Média | | 10,27 | 132,85 | 12,81 | 26,04 | 31,32 | 8,03 |
| C.V. (%) | | 16,84 | 20,38 | 13,27 | 11,56 | 13,16 | 7,60 |

*Não significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade de erro. ^{ns}Não significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade de erro.

Para as variáveis número de pseudofrutos totais (NP) e largura (LARG) houve interação significativa apenas para o efeito simples, tanto para o fator de variação

tratamento como para o fator avaliação, podendo ser usada isoladamente para explicar o desenvolvimento da cultivar avaliada. Já as variáveis de comprimento de pseudofrutos (COMP) e graus Brix (BRIX) evidenciaram interação significativa apenas para o efeito simples correspondente aos diferentes tratamentos, mostrando que as diferenças observadas estavam relacionadas a este fator de variação.

Para as variáveis número de pseudofrutos totais (NP) e largura (LARG) houve interação significativa apenas para o efeito simples, tanto para o fator de variação tratamento como para o fator avaliação, podendo ser usada isoladamente para explicar o desenvolvimento da cultivar avaliada. Já as variáveis de comprimento de pseudofrutos (COMP) e graus Brix (BRIX) evidenciaram interação significativa apenas para o efeito simples correspondente aos diferentes tratamentos, mostrando que as diferenças observadas estavam relacionadas a este fator de variação.

Sabe-se que a produtividade e a qualidade dos frutos do morangueiro são influenciadas pelos elementos micrometeorológicos e pelas práticas de manejo empregadas no cultivo. No Brasil, a produtividade média das áreas cultivadas com morango encontra-se na faixa de 21 a 35 t ha⁻¹, sendo este valor abaixo do potencial da cultura que é de 60 t ha⁻¹ (SANTOS; MEDEIROS, 2003). Considerando a produtividade média dos Estado produtores, observa-se que o Espírito Santo e São Paulo alcançam tetos produtivos de 35 t ha⁻¹, seguido do Rio Grande do Sul, Minas Gerais e Paraná, com 32,7 t ha⁻¹, 25,2 t ha⁻¹ e 21,3 t ha⁻¹, respectivamente (ANTUNES; DUARTE FILHO, 2005). Ainda neste contexto, de acordo com Teixeira (2011), a produtividade normal do cultivo de morangueiro varia de 25 a 50 t ha⁻¹ ou 800 gramas por planta. Segundo OTTO et al. (2005), há previsão de aumento neste valor, visto a incorporação de novas tecnologias por parte dos produtores.

Portanto, por meio dos resultados apresentados na Tabela 3, pode-se observar que para a variável produtividade e massa fresca de pseudofrutos, tanto os tratamentos como as épocas de avaliação apresentaram diferença significativa. Em relação à produtividade, expressa em g planta⁻¹, nota-se que houve superioridade da terceira época de avaliação, para todos os tratamentos, coincidindo com a época de plena frutificação do morangueiro.

Para a primeira época avaliada, considerada como de início da frutificação, observam-se os menores valores de produtividade, sendo que o tratamento Topmix apresentou-se superior aos demais, diferindo estatisticamente, com aproximadamente 63 g planta⁻¹.

Tabela 3 - Produtividade (g planta^{-1}) e massa fresca de pseudofrutos ($\text{g pseudofruto}^{-1}$) da cultivar Camarosa, em função de diferentes fontes de adubação em pré-plantio, considerando épocas distintas de avaliação durante o ciclo produtivo. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.

| TRATAMENTO | PRODUTIVIDADE (g planta^{-1}) | | | |
|--------------------------|---|-----------|-----------|-----------|
| | Época 1 | Época 2 | Época 3 | Época 4 |
| TESTEMUNHA | 48,7 ab D* | 154,1 a B | 221,0 c A | 95,5 b C |
| TOP MIX | 62,6 a D | 158,9 a B | 261,8 a A | 131,8 a C |
| FORMULAÇÃO COMERCIAL NPK | 40,2 b D | 124,5 b B | 224,7 c A | 107,4 b C |
| NPK FORMULADO | 44,2 b C | 115,6 b B | 228,7 b A | 105,4 b B |
| C.V. (%) | 20,38 | | | |

| TRATAMENTO | MASSA FRESCA DE PSEUDOFRUTOS ($\text{g pseudofruto}^{-1}$) | | | |
|--------------------------|---|----------|-----------|-----------|
| | Época 1 | Época 2 | Época 3 | Época 4 |
| TESTEMUNHA | 10,8 b C | 15,1 a A | 12,1 b B | 11,3 b BC |
| TOP MIX | 12,1 a C | 15,6 a A | 13,3 a B | 13,6 a B |
| FORMULAÇÃO COMERCIAL NPK | 10,3 b C | 14,8 a A | 12,5 ab B | 11,9 b B |
| NPK FORMULADO | 11,9 a B | 14,2 b A | 12,6 ab B | 12,2 b B |
| C.V. (%) | 13,27 | | | |

*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, na coluna, e maiúsculas, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Comparando o tratamento mais produtivo, Topmix, com o menos produtivo, Formulação Comercial NPK, para esta época de avaliação, tem-se redução de aproximadamente 36% na produtividade. Essa redução pode estar relacionada ao fato de a formulação utilizada não ter disponibilizado os nutrientes na época de maior exigência da cultura, quando considerado todo o período produtivo, sendo que os maiores aportes de nutrientes estão justamente relacionados ao período compreendido após a floração e início da formação dos pseudofrutos.

Para a segunda época avaliada, nota-se superioridade produtiva para os tratamentos Topmix e Testemunha, com valores aproximados de $159 \text{ g planta}^{-1}$ e $154 \text{ g planta}^{-1}$, respectivamente. Para a terceira época, verificou-se que o tratamento Topmix apresentou superioridade, com aproximadamente $262 \text{ g planta}^{-1}$. Já o tratamento Testemunha apresentou valor inferior aos demais, com $221 \text{ g planta}^{-1}$, não diferindo do tratamento Formulação Comercial NPK. Martins (2010) observa que o que provoca a oscilação na distribuição da produção das cultivares é a fase da floração em que se encontram as plantas, sendo que em meados de novembro é

que coincide com os maiores números de pseudofrutos obtidos a partir de flores primárias, secundárias e terciárias, aumentando a produção total das plantas.

Para a quarta época avaliada, novamente o tratamento Topmix mostrou-se mais produtivo, com valor aproximado de 132 g planta⁻¹. Para esta época, a Testemunha mostrou inferioridade produtiva, com aproximadamente 96 g planta⁻¹, embora não diferindo dos tratamentos Formulação Comercial NPK e NPK Formulado. De acordo com as informações técnicas fornecidas pela Yara (2013), o TOPMIX™ é uma mistura de grânulos NPK de alto padrão granulométrico com micronutrientes incorporados a grânulos de fósforo, garantindo alta solubilidade e eficiência agrônômica dos micronutrientes, fato que pode estar relacionado à maior produtividade deste tratamento quando relacionado aos demais estudados, uma vez que a absorção e aproveitamento dos nutrientes estão relacionados ao equilíbrio do sistema solo-planta.

Nota-se que, considerando o período total das avaliações, o tratamento Topmix foi o mais produtivo, com aproximadamente 615 g planta⁻¹. A Testemunha apresentou desempenho produtivo intermediário entre os tratamentos avaliados, com total produzido de aproximadamente 519 g planta⁻¹. Os tratamentos Formulação Comercial NPK e NPK Formulado apresentaram produtividade semelhante, com aproximadamente 497 g planta⁻¹ e 494 g planta⁻¹, respectivamente. Comparando o tratamento Topmix com o NPK Formulado, por apresentarem o maior e menor desempenho produtivo, respectivamente, observa-se que houve redução de aproximadamente 121 g planta⁻¹.

Os resultados obtidos com este experimento encontram-se em acordo aos encontrados por Vignolo et al. (2012), para a mesma cultivar, que observou a produção de 519,20 g planta⁻¹, mesma produção observada para o tratamento Testemunha neste trabalho. Porém, valores superiores foram encontrados por Vignolo et al. (2011), com produção de 813,20 g planta⁻¹. Antunes et al. (2010) também relataram valores superiores aos observados com o presente estudo, alcançando 877,51 g planta⁻¹. As menores produtividades encontradas neste trabalho quando comparadas às produtividades obtidas por outros autores, para a mesma cultivar, podem ser justificadas pela não realização de adubação de cobertura, uma vez que os tratamentos foram realizados apenas em pré-plantio.

Para este experimento, observou-se desempenho produtivo acima do esperando para o tratamento Testemunha, evidenciando que a prática de fertilização

orgânica é uma ferramenta importante no manejo da adubação da cultura, principalmente se for realizada em conjunto com adubação química de boa qualidade. No morangueiro, a adubação orgânica é considerada a base fundamental para o sucesso da cultura, proporcionando maior produção comercial de frutos (RONQUE, 1998), uma vez que, além de seus efeitos sobre as características físico-químicas do solo, a aplicação de matéria orgânica pode ser favorável ao morangueiro por fornecer quantidades adequadas e gradativas de potássio e nitrogênio (ALBREGTS; HOWARD, 1981). Ainda neste sentido, Maraskina e Couto (1964) concluíram que os melhores adubos orgânicos para a cultura do morangueiro, em ordem decrescente são o esterco de curral e o esterco de galinha, que foi o escolhido para este experimento.

Ainda em relação às produtividades obtidas, estas podem ser consideradas como bastante satisfatórias, tendo sido superiores aos 300-400 g planta⁻¹ que é a média do Rio Grande do Sul (PAGOT; HOFFMANN, 2003), aos 300 g planta⁻¹ considerado, na prática, como patamar de viabilidade econômica para a cultura do morangueiro (REBELO; BALARDIN, 1997) e aos 700 g planta⁻¹ utilizado como referencial de produtividade adequada pelo Agriannual (2007).

Para fins de comparação, as produtividades obtidas, expressas em g planta⁻¹, foram transformadas para toneladas por hectare (t ha⁻¹), conforme metodologia proposta por Strassburger et al. (2010), que considera a área total utilizada (incluindo os passeios), determinada pelo cultivo em linhas quádruplas e espaçamento adotado de 0,30 x 0,30 m. Com base nisto, observou-se que as produtividades dos tratamentos atingiram, aproximadamente, 43 t ha⁻¹, 37 t ha⁻¹, 35 t ha⁻¹ e 35 t ha⁻¹, para os tratamentos Topmix, Testemunha, Formulação Comercial NPK e NPK Formulado, respectivamente. Os valores observados para estes tratamentos ficam bastante abaixo do valor considerado como potencial para a cultura, que é de 60 t ha⁻¹ (SANTOS; MEDEIROS, 2003). Nota-se, portanto, que as produtividades obtidas para todos os tratamentos, ficam próximos a média observada para as áreas cultivadas com morango no Brasil. Tais resultados ficaram acima da média do Estado, que é de 32,7 t ha⁻¹ (ANTUNES; DUARTE FILHO, 2005) e estão de acordo com Teixeira (2011) que relata que a produtividade do morangueiro encontra-se na faixa entre 25 e 50 t ha⁻¹. Se for realizada a comparação entre o tratamento mais produtivo, Topmix, com o menos produtivo, NPK Formulado, observados com esta pesquisa, verifica-se ocorrência de diferença

na ordem de e $8,5 \text{ t ha}^{-1}$, significativa redução na produção e, com isso, no rendimento obtido por área cultivada.

Para a variável massa fresca de pseudofrutos, na primeira época, observaram-se pseudofrutos com massa fresca inferior às demais épocas, para todos os tratamentos, com valores aproximados de $12 \text{ g pseudofruto}^{-1}$ para os tratamentos Topmix e NPK Formulado. Na segunda época, se verificou os maiores valores de massa fresca dos pseudofrutos, para todos os tratamentos, com valores entre $15,6 \text{ g pseudofruto}^{-1}$ e $14,2 \text{ g pseudofruto}^{-1}$. Martins (2010) encontrou a maior massa média dos pseudofrutos na cultivar Camarosa no mês de setembro, coincidindo com a segunda e terceira épocas consideradas nesta avaliação. Para a terceira época, verificou-se superioridade do tratamento Topmix, com aproximadamente $13 \text{ g pseudofruto}^{-1}$, sendo que os outros três tratamentos avaliados não diferiram entre si. Para a quarta época, também se verificou superioridade do tratamento Topmix frente aos demais, com aproximadamente $14 \text{ g pseudofruto}^{-1}$.

Os maiores valores de massa média dos pseudofrutos ocorrem quando estes são originados das flores primárias e secundárias das inflorescências, que por possuírem maior número de aquênios, apresentam os maiores pseudofrutos (MARTINS, 2010). Nas avaliações realizadas nos meses subsequentes ao início da primeira e segunda floração, a massa média dos pseudofrutos tende a diminuir, já que são formados pelas flores terciárias e quaternárias da cimeira e que, por possuírem menor número de aquênios, dão origem a pseudofrutos mais leves.

Os resultados obtidos estão abaixo dos valores encontrados por Cocco et al. (2011), que avaliando a produtividade de cultivares de dia curto para a região de Pelotas/RS, verificaram a ocorrência de pseudofrutos com massa média de $16,6 \text{ g}$ para a cultivar Camarosa, porém com realização de adubação de base e cobertura (fertirrigação). Ainda nesse sentido, Vignolo et al. (2012) encontrou valores de massa média de $19,5 \text{ g pseudofruto}^{-1}$ para a cultivar Camarosa, com realização de adubação de correção e manutenção, valores bastante acima dos observados para este experimento.

Avaliando o efeito dos diferentes tratamentos de adubação em pré-plantio para a variável número médio de pseudofrutos por planta (Tabela 4), para todas as épocas avaliadas, verifica-se que o tratamento que apresentou superioridade frente aos demais, foi o Topmix, com aproximadamente $11 \text{ pseudofrutos planta}^{-1}$. A

justificativa para este maior número de pseudofrutos por planta, observado para o tratamento Topmix, esta relacionada ao fato deste fertilizante também apresentar em sua constituição alguns micronutrientes, dentre eles o Boro, que está relacionado a polinização, com influência sobre a fertilidade e viabilidade de grãos de pólen além de possibilitar melhor pegamento de flores. Além disso, o uso do cloreto de potássio em adubações têm como características a rápida ação do elemento e que, dependendo do tipo de solo, pode sofrer lixiviação. Já a uréia como fonte de nitrogênio também apresenta esta mesma característica, sendo que sua ação é altamente dependente da temperatura e umidade do solo.

Tabela 4 – Médias das variáveis número (pseudofruto planta⁻¹), teores de sólidos solúveis totais (SST, expresso em °Bx), largura (LARG) e comprimento (COMP), expressos em mm, de pseudofrutos da cultivar Camarosa, em função de diferentes fontes de adubação em pré-plantio. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.

| TRATAMENTO | NÚMERO (pseudofruto planta ⁻¹) | SST (°Bx) | LARG (mm) | COMP (mm) |
|--------------------------|---|--------------|--------------|--------------|
| TESTEMUNHA | 10,38 b* | 7,43 c | 25,68 b | 30,67 b |
| TOP MIX | 11,23 a | 8,42 a | 26,97 a | 33,64 a |
| FORMULAÇÃO COMERCIAL NPK | 9,83 bc | 8,20 ab | 25,50 b | 30,65 b |
| NPK FORMULADO | 9,63 c | 8,06 b | 26,02 ab | 30,35 b |
| C.V. (%) | 16,84 | 7,60 | 11,56 | 13,16 |

*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Um fator que pode estar relacionado ao tratamento Topmix ter apresentado maior número total de pseudofrutos planta⁻¹, é que este fertilizante possui em sua formulação alguns micronutrientes, dentre eles o Boro (B), que é um dos elementos relacionados à polinização, sendo que a sua deficiência pode acarretar a produção de flores com pistilos danificados, além de reduzir a produção de grãos de pólen viáveis e ocasionar o abortamento de flores.

Já o tratamento que apresentou menor número médio de pseudofrutos planta⁻¹, foi o tratamento NPK Formulado, com 9,63 pseudofrutos planta⁻¹, porém não diferindo estatisticamente do tratamento Formulação Comercial NPK, com 9,83 pseudofrutos planta⁻¹. A diferença apresentada para os tratamentos Formulação Comercial NPK e NPK Formulado pode ser justificada pela maior disponibilização de nutrientes ainda no início do ciclo da cultura, uma vez que a adubação foi realizada

em pré-plantio e apenas 20 dias após a realização da adubação orgânica, quando a necessidade da cultura ainda era baixa. Verifica-se, portanto, que nesta fase inicial houve maior disponibilização dos nutrientes e que as plantas não aproveitaram toda a quantidade disponível, podendo ter ocorrido perdas no sistema, principalmente via lixiviação do nitrogênio e do potássio, elementos requeridos em maior quantidade pela cultura. Já a adubação com fonte orgânica possibilita uma melhor disponibilização dos nutrientes, uma vez que a mineralização ocorre de maneira mais lenta, porém o nitrogênio orgânico apresenta também suas limitações.

Quando considerado os teores de sólidos solúveis totais (SST), nota-se que o tratamento Topmix apresenta o maior valor médio, com 8,42 °Bx, porém não diferindo estatisticamente do tratamento Formulação Comercial NPK, com 8,20 °Bx. O tratamento Testemunha apresenta os menores valores para esta variável, com 7,43 °Bx. Desta maneira, evidencia-se a forte relação desta variável com a adubação do morangueiro, uma vez que, de acordo com Lin et al. (2004) e Carvalho et al. (1999) o elemento potássio (K) tem sido amplamente relacionado com o quesito qualidade dos pseudofrutos do morangueiro, sendo que altas doses de fertilizante potássico tem contribuído para o aumento na concentração de suco dos pseudofrutos, maiores teores de sólidos solúveis totais, elevando com isso a produtividade e a massa média de pseudofrutos. Neste sentido, os resultados de SST observados com esta pesquisa, onde os tratamentos Topmix e Testemunha apresentaram os valores extremos, estão relacionados ao fato de o primeiro garantir um fornecimento mais equilibrado entre os nutrientes e o segundo, um fornecimento mais gradual e, por isso, nem sempre condizente com a época de maior aporte de K para a formação dos pseudofrutos. De acordo com Castellane (1989), o K é o nutriente que mais favorece a qualidade do morango, aumentando os teores de sólidos solúveis totais, de ácido ascórbico e melhorando o aroma, o sabor, a cor e a firmeza.

Para a variável largura de pseudofrutos, observa-se que a maior média é observada para o tratamento Topmix, com 26,97 mm, porém não diferindo estatisticamente do tratamento NPK Formulado, com 26,02 mm. Para a variável comprimento de pseudofrutos, observa-se superioridade do tratamento Topmix, com 33,64 mm. Já o menor valor foi observado para o tratamento NPK Formulado, com 30,35 mm, porém não diferindo estatisticamente do demais tratamentos avaliados.

Nota-se, portanto, que as variáveis largura e comprimento dos pseudofrutos do morangueiro, são características relacionadas mais ao fator genótipo do cultivar do que, propriamente, ao fator adubação. Porém, o tratamento com o fertilizante Topmix, por apresentar uma formulação mais completa e equilibrada, possibilitou a obtenção de frutos com maior tamanho, fato este que pode estar relacionado ao correto fornecimento dos elementos em épocas de maior requisição pelas plantas.

As variáveis número de pseudofrutos (pseudofrutos planta⁻¹) e largura (mm) apresentaram diferença significativa também para o fator época de avaliação (Tabela 5).

Tabela 5 – Médias das variáveis número (pseudofrutos planta⁻¹) e largura (mm) e comprimento (mm) de pseudofrutos da cultivar Camarosa, em função de diferentes épocas de avaliação durante o ciclo produtivo. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.

| ÉPOCA DE AVALIAÇÃO | NÚMERO DE PSEUDOFRUTO (pseudofruto planta ⁻¹) | LARGURA (mm) |
|--------------------|---|--------------|
| 1 | 4,39 c* | 25,05 b |
| 2 | 9,33 b | 27,06 a |
| 3 | 18,43 a | 25,31 b |
| 4 | 8,92 b | 26,77 a |
| C.V. (%) | 16,84 | 11,56 |

*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para a variável número de pseudofrutos, nota-se que os maiores valores são observados para a terceira época avaliada, com média de 18,43 pseudofrutos planta⁻¹. Para a primeira época avaliada, observa-se o menor valor médio, com 4,39 pseudofrutos planta⁻¹. A diferença observada entre as épocas de avaliação está relacionada às fases distintas que são encontradas no período de frutificação da cultura do morangueiro, caracterizadas neste experimento como início da frutificação, frutificação plena e final do ciclo, o que justifica a divisão do período em épocas para melhor elucidar este fato.

Estes dados corroboram com Martins (2010), que avaliando a produção e qualidade de pseudofrutos de sete cultivares de morangueiro em sistema de produção de base ecológica, na região de Pelotas/RS, observou que a produção

esteve distribuída entre os meses de setembro a fevereiro. Este mesmo autor verificou que a cultivar Camarosa, mesmo material genético utilizado na condução desta pesquisa, mostrou maior precocidade, apresentando maiores valores de produção no mês de outubro, estando de acordo com o observado com este experimento. Martins (2010) ainda observa que a maior produção de pseudofrutos da cultivar Camarosa ficou distribuído entre os meses de outubro, novembro e dezembro, estando de acordo com o observado nesta pesquisa. Para o mês de dezembro, observa-se redução na produção de pseudofrutos por planta e, com isso, de produtividade, já que as condições climáticas, conforme observadas na Figura 1, favorecem o crescimento vegetativo em detrimento do reprodutivo, com aumento do fotoperíodo e das temperaturas, inibindo o desenvolvimento floral (SANTOS, 1999).

Para a variável largura de pseudofrutos (mm) observam-se os maiores valores médios para a segunda e quarta épocas avaliadas, com 27,06 mm e 26,77 mm, respectivamente.

Sabe-se que a análise química do solo é uma ferramenta imprescindível para o diagnóstico da condição de fertilidade do solo e para o estabelecimento da necessidade de intervenções, como a correção e adubação das culturas. Porém, o solo se apresenta como um sistema complexo, heterogêneo e no qual podem ocorrer diversas reações, sejam elas de origem química, físico-químicas ou microbiológicas, influenciando diretamente a disponibilidade e aproveitamento dos nutrientes aplicados via fertilização.

De acordo com Faquin (2002) a avaliação do estado nutricional das plantas objetiva identificar os nutrientes que estariam limitando o crescimento e produção das culturas, consistindo basicamente, em se comparar uma planta, uma população de plantas ou uma amostra dessa população com um padrão da cultura em questão, tendo como padrão uma planta "normal", sem nenhuma limitação do ponto de vista nutricional e capaz de altas produções.

Assim, a realização de análise de tecido vegetal para identificação do estado nutricional tem por finalidade diagnosticar o estado em que se encontram as plantas em um determinado momento, sendo que Faquin (2002) relata que a análise de tecidos aliada à análise de solo permite um diagnóstico mais eficiente do estado nutricional da cultura e das necessidades de alterações no programa de adubação.

Para as variáveis nitrogênio (N) e fósforo (P) a análise de variação apontou efeito significativo ($p < 0,01$) apenas para os efeitos simples de tratamento e época,

evidenciando que tanto um como outro fator apresentam influência sobre as variáveis analisadas, porém o efeito de interação entre ambos não é significativo. Para o potássio (K) a análise de variação apresentou efeito significativo ($p < 0,01$) apenas para o fator de variação época, evidenciando que este efeito simples é o que melhor explica esta variável (Tabela 6).

Tabela 6 - Resumo da análise de variância para os teores foliares de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) da cultivar Camarosa, submetida a diferentes fontes de adubação em pré-plantio, em função da época de coleta das amostras. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.

| Fator de Variação | GL | Quadrados Médios | | |
|-------------------|----|--------------------|--------------------|---------------------|
| | | N | P | K |
| Tratamento | 3 | 21,69* | 0,29* | 2,96 ^{ns} |
| Época | 3 | 119,33* | 3,99* | 116,85* |
| Tratamento*Época | 9 | 3,80 ^{ns} | 0,05 ^{ns} | 11,64 ^{ns} |
| Repetição | 2 | 11,55 | 0,14 | 2,39 |
| CV (%) | | 7,01 | 8,49 | 11,11 |

*Significativo pelo teste F, a 5% de probabilidade de erro.

Existem diversos métodos de avaliar o estado nutricional das plantas, porém um dos principais é a diagnose foliar pela sua importância e aplicação prática, que em conjunto com a diagnose visual, podem estabelecer bons indícios da nutrição das plantas. O uso da diagnose foliar tem por base as premissas de que existem relações diretas entre dose de adubação versus produção, dose de adubação versus teor foliar e teor foliar versus produção. Conquanto, o entendimento da relação entre teor foliar e crescimento e/ou produção, torna-se essencial para interpretação dos resultados de análise foliar. Loomis e Connor (1992) relatam que a produtividade da maioria das culturas agrícolas aumenta linearmente com a quantidade de fertilizantes que elas absorvem.

Para a variável nitrogênio (N) verifica-se os maiores valores do elemento presentes no tecido vegetal foram verificados nos tratamentos Formulação Comercial NPK, com 29,04 g kg⁻¹, e Topmix, com 28,95 g kg⁻¹, e os menores valores, no tratamento Testemunha, com 26,19 g kg⁻¹, embora estes não tenham diferido estatisticamente do tratamento NPK Formulado (Tabela 7). De acordo com a

CQFS-RS/SC (2004) a faixa de valores do nutriente N considerada como adequada, em folhas de morangueiro, é de 15,0 a 25,0 g kg⁻¹ de tecido vegetal. Verifica-se, portanto, que os valores observados no presente experimento encontraram-se acima dessa faixa para todos os tratamentos. Desta maneira, não se verificou a ocorrência de deficiências desse elemento, mostrando a eficiência das fontes utilizadas na adubação em pré-plantio, mesmo após longo período de desenvolvimento da cultura. Segundo Taiz e Zeiger (2013), o N é o elemento mineral que as plantas exigem em maior quantidade, sendo que a sua deficiência rapidamente inibe o crescimento vegetal.

Tabela 7 – Médias dos teores foliares (g kg⁻¹) dos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), em função de diferentes fontes de adubação em pré-plantio. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.

| TRATAMENTO | NITROGÊNIO (g kg ⁻¹) | FÓSFORO (g kg ⁻¹) | POTÁSSIO (g kg ⁻¹) |
|--------------------------|-------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| TESTEMUNHA | 26,19 b | 2,10 b | 21,33 a |
| TOPMIX | 28,95 a | 2,17 b | 20,85 a |
| FORMULAÇÃO COMERCIAL NPK | 29,04 a | 2,18 b | 21,92 a |
| NPK FORMULADO | 27,60 ab | 2,46 a | 20,90 a |
| C.V. (%) | 7,01 | 8,50 | 11,11 |

*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro.

No que diz respeito aos teores de fósforo (P) presentes nas amostras de tecido vegetal, observa-se que o tratamento que apresentou superioridade foi o NPK Formulado, com 2,46 g kg⁻¹, sendo que os demais tratamentos não diferiram entre si. De acordo com a CQFS-RS/SC (2004) a faixa e valores do nutriente P considerada como adequada, em folhas de morangueiro, é entre 2,0 g kg⁻¹ e 4,0 g kg⁻¹, sendo que os valores médios observados para os tratamentos avaliados nesta pesquisa encontravam-se nessa faixa, porém bastante próximos do limite inferior.

Para o elemento potássio (K), não se observou diferença significativa entre os tratamentos. De acordo com Silva (1999), a faixa de suficiência do macronutriente K em folhas de morangueiro é de 20 g kg⁻¹ a 40 g kg⁻¹, sendo que os valores observados para os diferentes tratamentos deste experimento encontraram-se dentro do considerado como adequado para a cultura, todavia próximos ao limite

inferior. Para a cultura do tomateiro, os valores considerados como críticos para o desenvolvimento da cultura encontram-se na faixa entre 30 g kg⁻¹ e 50 g kg⁻¹ (SILVA; GIORDANO, 2000; SILVA et al., 2001). Fontes (2001) observou que teores abaixo de 45 g kg⁻¹ de K são considerados como críticos para a cultura da batata. O mesmo autor relatou que teor de K abaixo de 36,8 g kg⁻¹ em pecíolos de folhas recém-maduras de batata são considerados como faixa crítica e conferem classe nutricional muito baixa, conferindo capacidade produtiva de apenas 80% da máxima produtividade.

As diferenças entre os teores foliares de nutrientes, referidos por diversos autores, dependem da época de plantio, da idade da planta ou órgão amostrado, da cultivar, da interação entre nutrientes e das condições climáticas (CARVALHO et al., 2004), sendo que segundo Castellane (1993) o nitrogênio e o potássio estão entre os macronutrientes mais exportados pela cultura do morangueiro.

Desta maneira, quando consideradas épocas distintas de avaliação de tecido vegetal, observa-se redução significativa nos teores foliares do nutriente nitrogênio (N), ao longo do período de amostragem (Tabela 8). Na caracterização da condição inicial, com coleta de tecido realizada concomitante com o início da floração, observou-se o maior valor médio para este elemento, com 31,64 g kg⁻¹.

Tabela 8 – Médias dos teores foliares (g kg⁻¹) dos macronutrientes nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), em função de diferentes épocas de coleta de material vegetal. UFSM, Frederico Westphalen/RS, 2014.

| ÉPOCA DE AVALIAÇÃO (dias após início da floração) | NITROGÊNIO (g kg ⁻¹) | FÓSFORO (g kg ⁻¹) | POTÁSSIO (g kg ⁻¹) |
|--|-------------------------------------|----------------------------------|-----------------------------------|
| 0 | 31,64 a | 3,07 a | 16,62 b |
| 40 | 28,82 b | 2,13 b | 23,23 a |
| 80 | 27,24 b | 1,93 bc | 22,97 a |
| 120 | 24,08 c | 1,79 c | 22,18 a |
| C.V. (%) | 7,01 | 8,50 | 11,11 |

*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, na coluna, não diferem entre si, a 5% de probabilidade de erro.

A partir da segunda época avaliada, após 40 dias do início da floração da cultura, verifica-se redução nos teores de N presentes do tecido vegetal, em decorrência do maior aporte nutricional verificado para a formação de novas flores e

pseudofrutos, que funcionam como dreno desse elemento. Transcorridos 120 dias do início da floração, observa-se o menor valor médio de N no tecido vegetal do morangueiro, com média de $24,08 \text{ g kg}^{-1}$. O N, assim como o fósforo (P) e o potássio (K) são móveis na planta e tendem a se mover de folha para folha, sendo os indícios de deficiência mais visíveis em folhas velhas.

Escassas são as informações a respeito da diagnose nutricional de tecido vegetal de plantas olerícolas e pequenas frutas, sendo ainda mais escassas informações a respeito dos teores foliares de N no cultivo do morangueiro. Silva (1999) relata que a faixa considerada adequada de teores de N no tecido de folhas de morangueiro é de 15 a 25 g kg^{-1} , sendo que valores abaixo e acima dessa faixa podem prejudicar o desenvolvimento da planta. Já Silva e Giordano (200) e Fontes et al. (2004) relatam que os níveis de concentração considerados adequados para o tomateiro encontram-se na faixa de 37 a 49 g kg^{-1} , intervalo bastante acima do considerado como ideal para o cultivo do morangueiro.

De acordo com Marschner (1995), à medida que o suprimento de N aumenta, uma porção maior do nitrato absorvido é translocado para as partes aéreas da planta, onde será assimilado. Como os teores do elemento presentes na solução do solo não sofreram aumento no decorrer do período, pois a adubação foi realizada apenas em pré-plantio sem dose de cobertura, verificou-se então a redução desses teores no tecido vegetal. Sabe-se, ainda, que as taxas de absorção de nitrogênio pelas plantas são crescentes, assim como também são crescentes os teores deste elemento presentes no tecido foliar, durante todo o período de crescimento vegetativo. Porém, essa situação tende a se inverter com o início da floração e frutificação, pois o N é exportado para a formação de pseudofrutos e esta redistribuição faz com que as concentrações de N foliar diminuam com o avanço do período reprodutivo das culturas, o que também foi observado para o cultivo do morangueiro.

Para o nutriente fósforo (P) verificou-se o maior teor foliar na primeira avaliação, com valor médio de $3,07 \text{ g kg}^{-1}$. Os resultados obtidos com esta pesquisa também apontaram para uma redução nos teores foliares, sendo que a partir da terceira época avaliada, os valores ficaram abaixo da faixa considerada como adequada para o P, que é entre $2,0 \text{ g kg}^{-1}$ e $4,0 \text{ g kg}^{-1}$. A significativa redução nos teores deve-se ao início da formação acentuada de pseudofrutos, sendo que os valores abaixo do recomendado foram observados a partir de 80 dias do início da

floração da cultura, porém ainda sem visualização de sintomas de deficiência e alteração no desenvolvimento e produção da cultura.

Já na quarta época avaliada, após 120 dias do início da floração e próximo ao final do ciclo da cultura, verificou-se valor médio de $1,79 \text{ g kg}^{-1}$, já bastante abaixo da faixa adequada para o morangueiro e sinalizando sintomas visuais da deficiência desse elemento. Taiz e Zeiger (2013) descrevem a sintomatologia de deficiência desse elemento como a coloração verde-escura das folhas, sendo que com o avançar da deficiência as folhas podem apresentar coloração roxa esverdeada e conter pequenas manchas de tecido morto (manchas necróticas), podendo vir a ocasionar a morte de folhas mais velhas. Tais sintomatologias foram verificadas neste experimento, principalmente na última avaliação, quando as plantas encontravam-se em deficiência mais prolongada. Porém, essa deficiência não chegou a interferir, de maneira significativa, na produção e qualidade dos morangos produzidos, uma vez que o P é um macronutriente menos absorvido pela maioria das plantas, todavia Raij (1997) salienta que o P é o nutriente que mais limita produtividade na maioria dos solos nunca ou pouco adubados.

Assim como para os teores de N em tecido vegetal de morangueiro, também são escassas informações a respeito da diagnose nutricional e níveis críticos foliares de P para a cultura. Silva (1999) corrobora com os dados da CQFS-RS/SC (2004) e consideram os valores de 2 g kg^{-1} a 4 g kg^{-1} como faixa de suficiência deste macronutriente em folhas de morangueiro, sendo que teores abaixo dessa faixa podem comprometer o crescimento e a produção da cultura. Para a cultura do tomateiro, os níveis considerados adequados encontram-se na faixa de $2,5 \text{ g kg}^{-1}$ a $8,0 \text{ g kg}^{-1}$ (MALAVOLTA et al., 1997; SILVA; GIORDANO, 2000). No presente trabalho, se observou valores baixos deste macronutriente, inclusive teores abaixo da faixa de suficiência em plantas que, mesmo apresentando sintomatologia de, e por período considerado de tempo, não chegou a interferir no crescimento e desenvolvimento da cultura, uma vez que não foi tão intensa.

Taiz e Zeiger (2013) ainda mencionam que o fosfato na solução do solo é rapidamente absorvido pelas raízes das plantas, porém o fósforo (P) é considerado o macronutriente menos absorvido pelas plantas. Vilar e Vilar (2013) apontam que a baixa disponibilidade de P no solo exige um mecanismo de absorção muito eficiente, pois as plantas adquirem o P contra um elevado gradiente de concentração, uma

vez que a concentração no interior das células vegetais é maior do que o da solução do solo.

Para o nutriente potássio (K) observa-se o menor valor médio para a primeira época avaliada, com $16,62 \text{ g kg}^{-1}$. Na segunda época avaliada, verifica-se o maior valor médio para esta variável, com $23,23 \text{ g kg}^{-1}$, porém não diferindo estatisticamente das demais épocas de avaliação. Nota-se, no entanto, que ocorre incremento nos teores foliares a partir da segunda época de avaliação, apresentando pequena redução após a mesma, mas permanecendo dentro dos limites considerados como adequados para a cultura. Esta alteração nos teores de K, ora apresentando incremento ora apresentando redução, é justificado pela alta mobilidade do elemento, tanto no solo quanto na planta, estando disponível quando há a ocorrência de maiores aporte deste nutriente pela planta. De acordo com a CQFS-RS/SC (2004) a faixa e valores do nutriente K considerada como adequada, em folhas de morangueiro, é entre $20,0 \text{ g kg}^{-1}$ e $40,0 \text{ g kg}^{-1}$, sendo que os valores observados para a condição inicial deste experimento encontram-se abaixo desse intervalo.

Por ser um dos elementos relacionados à produção e qualidade dos morangos, a evolução nos teores presentes no tecido vegetal podem estar relacionados à maior demanda para a formação dos pseudofrutos, que funcionam como um dreno deste nutriente, sinalizando para a planta que maiores quantidades devem ser absorvidas de modo a alcançar os valores requeridos para o adequado crescimento vegetal. Como a formação de pseudofrutos funciona como um dreno, ocorre a sinalização para a planta da necessidade de maiores concentrações de K e, com isso, forma-se o gradiente necessário para a absorção. Outro fator que contribui para o incremento dos teores de K no tecido vegetal, de acordo com o estágio de desenvolvimento da cultura, é a alta mobilidade deste elemento no solo e na planta.

Ainda no que diz respeito ao potássio (K), Malavolta et al. (1997) relata que dentre os nutrientes necessários ao crescimento e desenvolvimento do morangueiro, o K tem sido considerado o elemento da qualidade em nutrição de plantas. No morangueiro, a extração de macronutrientes é variável em função da cultivar e, geralmente, o nutriente exportado em maior quantidade pela cultura é o K (SANTOS et al., 2005; GRASSI FILHO et al., 1999).

Desta maneira, os valores de N, P e K presentes no tecido vegetal do morangueiro observados com esta pesquisa corroboram com Kwong e Boyton (1959), que salientam que os teores de N, P e K tendem a decrescer nas folhas, podendo os teores de K aumentar dependendo da fase de desenvolvimento da cultura. Kwong e Boyton (1959), John et al. (1975) e Raji et al. (1997) relatam que a concentração de muitos elementos muda rapidamente durante períodos de alta atividade metabólica, tal como florescimento e frutificação.

A escassez ou total falta de maiores informações a respeito da diagnose nutricional, faixas de suficiência e teores críticos evidenciam a necessidade de pesquisas regionalizadas que visem a elucidação destas questões, para culturas em específico, como o morangueiro. Nesse sentido, Faquin e Andrade (2004) relatam que embora muito esteja por ser feito em relação ao estabelecimento de padrões nutricionais, e que os valores obtidos regionalmente são cada vez mais importantes, reduzindo-se os efeitos de fatores tais como clima, solo, tratos culturais, dentre outros, já existem muitas informações sobre níveis críticos e faixas de suficiência para as culturas mais importantes do Brasil.

Dentre os fatores de produção da cultura do morangueiro, a nutrição mineral e a adubação destacam-se como os menos estudados no país, apesar de serem incluídos entre os mais importantes para melhorar a produtividade e também a qualidade final dos frutos (FERREIRA et al., 1993).

3.6 Conclusões

Para a variável produtividade, os maiores valores foram verificados na terceira época avaliada, equivalente ao período compreendido entre a frutificação plena e o final do ciclo da cultura do morangueiro. Em relação aos tratamentos, o Topmix apresentou os maiores valores médios, embora na primeira e segunda épocas avaliadas não tenha diferido do tratamento Testemunha. Ao final do experimento, foram verificadas aproximadamente 615 g planta⁻¹, 519 g planta⁻¹, 497 g planta⁻¹ e 494 g planta⁻¹, para o Topmix, Testemunha, Formulação Comercial NPK e NPK Formulado, respectivamente, evidenciando a maior produtividade do tratamento Topmix para as condições deste experimento.

No período entre o início da frutificação até o início da frutificação plena, observaram-se as maiores massas frescas de pseudofrutos. Para esta mesma variável, os tratamentos mostraram-se bastante semelhantes, porém o Topmix foi superior aos demais para a quarta época avaliada. Para a variável número de pseudofrutos, observou-se superioridade para a terceira época avaliada, com 18,43 pseudofrutos planta⁻¹, e para o tratamento Topmix, com média de 11,23 pseudofrutos planta⁻¹. Para os teores de sólidos solúveis totais, não se observou diferença entre as épocas avaliadas. Ainda nesta variável, observou-se o maior valor médio no tratamento Topmix, porém não diferindo do tratamento Formulação Comercial NPK.

Para a largura de pseudofrutos, conclui-se que o tratamento Topmix mostrou os maiores valores médio, porém não diferindo do tratamento NPK Formulado. Para as épocas, nesta mesma variável, conclui-se que os maiores valores foram observados para a segunda e quarta épocas avaliadas. Para a variável comprimento de pseudofrutos, as épocas não diferiram entre si, porém o tratamento Topmix foi superior aos demais, com 33,64 mm.

Quanto às avaliações dos teores foliares, para o nutriente nitrogênio, verificou-se que os maiores valores foram encontrados na primeira época de avaliação, condizente com o início da floração. Ainda observa-se que o tratamento Testemunha apresentou os menores valores médios para este nutriente. Conclui-se, também, que os teores foliares deste nutriente encontraram-se na faixa de suficiência recomendada para a cultura durante todo o período avaliado.

Para os teores foliares de fósforo, observou-se que o tratamento NPK Formulado apresentou os maiores valores médios. Também observou-se os maiores valores para a primeira época avaliada. Para esta variável, os valores observados ficaram abaixo da faixa de suficiência, ao final do experimento.

Para o potássio, conclui-se que não houve diferenças nos teores foliares entre os tratamentos. Para as diferentes épocas avaliadas, observou-se os menores valores para o início da floração, ou seja, na primeira época avaliada, porém verifica-se incremento nestes teores em épocas de maior requerimento pela cultura. Os teores foliares deste elemento encontravam-se nas faixas de suficiência recomendadas para a cultura do morangueiro, mesmo ao final do período de avaliações.

3.7 Referencial Bibliográfico

AGRIANUAL: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP Consultoria e Agro Informativos, p.424-427, 2007.

ALBREGTS, E. E.; HOWARD, C. M. Weed control in the strawberry nursery. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v. 94, p.132-133. 1981.

ALPI, A.; TOGNONI, F. **Cultivo en invernadero**, 3.^aed. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 347 p. 1999.

ANDRIOLO, J. L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, p. 26-33, 2000 (Suplemento).

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

ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, J. **Sistema de Produção de Morango**. EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. EMBRAPA Clima Temperado, Sistema de Produção, n. 5, 2005. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/SistemaProducaoMorango/index.htm> Acesso em: 18 de setembro de 2013

ANTUNES, L.E.C.; REISSER JUNIOR, R.C. Produção de morangos. **Jornal da Fruta**, v.191, p.22-24, 2007.

ASSIS, F. N.; MENDEZ, M. E. G. Relação entre radiação fotossinteticamente ativa e radiação global. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.2, n.7, p.797-800, 1989.

BERTON, R. S. et al. Peletização do lodo de esgoto e adição de CaCO₃ na produção de matéria seca e absorção de Zn, Cu e Ni pelo milho em três latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 21, p. 685-691, 1997.

BRAZANTI, E.C. **La fresa**. Madrid: Mundi-Prensa, 1989. 386p.

BURIOL, G. A. et al. Modificação na temperatura mínima do ar causada por estufas de polietileno transparente de baixa densidade. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria. v.1, n.1, p.43-49, 1993.

BURIOL, G.A. et al. Transmissividade à radiação solar do polietileno de baixa densidade utilizado em estufas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 25, n. 1, p. 1-4, 1995.

CANTARELLA, H. Adubação com nitrogênio, potássio e enxofre. In: RAIJ, B. van. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. **Boletim Técnico**, nº100, 2ª edição. 88p. 1997.

CARON, B. O. et al. Eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada em fitomassa de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, MG: v.36, n.5, p.833-842, 2012.

CARVALHO, A. J. C. de. et al. Produtividade e qualidade do maracujazeiro-amarelo em resposta à adubação potássica sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v.21, n.3, p.333-337, 1999.

CASTELLANE, P. D. Nutrição e adubação do morangueiro. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO E ADUBAÇÃO DE HORTALIÇAS, 1990, Jaboticabal. **Anais...** Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 261-279.

CASTELLANE, P. D.; FOLTRAN, D. E.; FERREIRA, M. E. Efeitos da adubação com fósforo e potássio nos teores foliares de nutrição e na produção da cultura do morangueiro (*Fragaria x ananassa*Duch.). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.7, n.1, p.48, 1989.

COCCO, C. et al. Produção de cultivares de morangueiro de dias-curtos na região de Pelotas-RS. In: Encontro de Pós-Graduação UFPel, 13, 2011, Pelotas. **Anais...** Pelotas, nov. 2011. Disponível em: <http://www.ufpel.edu.br/enpos/2011/anais/ca.htm>. Acesso em

CQFS - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio grande do Sul e de Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: SBCS-Núcleo Regional Sul, 2004. 400p.

DUARTE FILHO, J.; ANTUNES, L. E. C.; PÁDUA, J. G. de. Cultivares. **Informe Agropecuário**, v. 28, p. 20-23, 2007.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa Produções de Informações, 1999. 412p.

FAQUIN, V. **Diagnose do estado nutricional das plantas**. Curso de Pós Graduação; “Lato Sensu” à distância. (Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas no Agronegócio) - Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 77 p., 2002.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral de plantas**. Lavras: UFLA/FAEPE, 227p., 1997.

FAQUIN, V.; ANDRADE, A.T. **Nutrição mineral e diagnose do estado nutricional de hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 88p., 2004.

FARIAS, J.R.B.; *et al.*, Efeito da Cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 1, p. 31-36, 1993.

FERREIRA, M. E.; CASTELLANE, P. D.; CRUZ, M. C. P. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. 487p.

FILHO, H. G.; SANTOS, C. H. dos; CRESTE, J. E. Nutrição e adubação do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, p. 36-40, 1999.

FONTES, P. C. R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa: Editora UFV, 122 p., 2001.

GRASSI FILHO, H.; SANTOS, C. H.; CRESTE, J. E. Nutrição e adubação do morangueiro. **Informe Agropecuário**, v.20, n.198, p.36-40, 1999.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Dados climáticos da Estação de Frederico Westphalen**. Banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>> Acesso em: 2012-2013.

JOHN, M. K.; DAUBENY, H. A.; MCELROY, F. D. Influence of sampling time on elemental composition os strawberry leaves and petioles. **Journal of the American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.100, n.5, p.513-517, 1975.

KWONG, S. S.; BOYTON, D. Time of sampling, leaf age and leaf fraction as factors influencing the concentration of nutrient in strawberry leaves. **Proceeding of the American Society Horticultural Science**, Alexandria, v.73, n.2, p.168-173, 1959.

LIMA, A. A. et al. Yield and quality of tomato produced on substrates and with application of humic acids. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 29, n. 3, p. 269-274, 2011.

LIN, D.; HUANG, D.; WANG, S. Effects of potassium levels on fruit quality of muskmelon in soilless medium culture. **Scientia Horticulturae**, v.102, p.53-60, 2004.

LOOMIS, R. S.; CONNOR, D. J. **Crop ecology: productivity and management in agricultural systems**. Cambridge: Cambridge University Press, 538p., 1992.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. rev. atual. Piracicaba: POTAFÓS. 319p. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 9, n.3 - 2010, p 50-57, 1997.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS, 319p., 1997.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. 2 ed, Academic Press, London. 1995.

MARTINS, D. de S. **Produção e qualidade de frutas de diferentes cultivares de morangueiro em sistema de produção de base ecológica**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Pelotas. Pelotas: 81p., 2010.

MONTERO, J. I.; et al. Climate under plastic in the Almeria area. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 170, p.227-234, 1985.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 46 p., 1961.

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

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

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.

OTTO, R. F. et al. Produção de cultivares de morango de Dia Neutro em função de adubações com nitrogênio, durante o verão de Ponta Grossa - PR. **In: 45º CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA**, Fortaleza. **Horticultura Brasileira**, v. 23. p. 403-403. 2005. (Suplemento).

PACHECO, D. D. et al. Nutrição mineral do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 40-49, 2007.

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

PANDOLFO, C. **Parâmetros básicos para uso na modelagem do rendimento de matéria seca de alfafa (*Medicago sativa* L.)**. 1995. 128f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1995.

QUEIROZ-VOLTAN, R. B. et al. Caracterização botânica de cultivares de morangueiro. **Revista Bragantia**, Campinas, v.55, n.1, p.29-44, 1996.

RAIJ, B. van. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2ª edição. Florianópolis: EPAGRI, 1997. **Boletim técnico**, nº100, 88p. 1997.

REBELO, J. A.; BALARDIN, R. S. **A cultura do morangueiro**. 1º edição. Florianópolis: EPAGRI, 1989. **Boletim Técnico**, n.46, 33p. 1989.

REBELO, J. A.; BALARDIN, R. S. **A cultura do morangueiro**. 3ª edição. Florianópolis: EPAGRI, 1997. **Boletim Técnico**, n. 46, 44p. 1997.

ROBLEDO, F. P.; MARTIN, L. V. **Aplicación de los plasticos en la agricultura**. Madrid: Mundi-Prensa. 1981. 552p.

RONQUE, E. R. V. **Cultura do morangueiro**: revisão e prática. Curitiba: Emater, 1998. 206 p.

SANTOS, A. M. dos; MEDEIROS, A. R. M. (eds). **Morango**. Produção. Frutas do Brasil, 40p., 2003.

SANTOS, A. M. et al. **Sistemas de produção do morango**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: março de 2012.

SILVA, E. C.; MIRANDA, J. R. P.; ALVARENGA, M. A. R. Concentração de nutrientes e produção do tomateiro podado e adensado em função do uso de fósforo, de gesso e de fontes de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, n. 19, p. 49-64. 2001.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos plantas e fertilizantes**. Embrapa Solos, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Informática Agropecuária, Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 370p. 1999.

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. Produção mundial e nacional. In: SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. Tomate para processamento Industrial. Brasília: Comunicação para transferência de tecnologia/Embrapa Hortaliças, p. 8-11, 2000.

STRASSBURGER, A. S. et al. Crescimento e produtividade de cultivares de morangueiro de “dia neutro” em diferentes densidades de plantio em sistema de cultivo orgânico. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 623-630, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 954p

TEIXEIRA, C. P. **Produção de mudas e frutos de morangueiro em diferentes sistemas de cultivo**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras. Lavras: UFLA, 74p., 2011.

TRANI, P. E. et al **Adubação Orgânica de Hortaliças e Frutíferas**. Campinas (SP): fev. 2013.

UENO, B. Manejo integrado de doenças do morango. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado. p. 69-77, 2004.

VIGNOLO, G. K. et al. Produção de frutos e compostos funcionais de quatro cultivares de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, (Suplemento – CD Rom), 2012.

VIGNOLO, G. K. et al. Produção de morangos a partir de fertilizantes alternativos em pré-plantio. **Revista Ciência Rural**, 41: 1755 –1761, 2011.

VILAR, C.C.; VILAR, F. C. M. Comportamento do fósforo em solo e planta. **Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, V.8, N.2, P.37-44, 2013.

VILLELE, O. de Le contexte climatique et culture de la sene. 1-La sene, agent de modification du climat. In: **L INRA et les cultures sous serre**. Paris: INRA, 1993, p.21-27.

YARA. **Linha de NPK: Topmix**. 2013. Disponível em: www.yarabrasil.com.br/fertilizer/products/npk/ Acesso em julho de 2013.