

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



Tese

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MORANGOS DURANTE DOIS CICLOS
CONSECUTIVOS EM FUNÇÃO DA DATA DE PODA, TIPO DE FILME DO TÚNEL
BAIXO E COR DO *MULCHING* PLÁSTICO**

Gerson Kleinick Vignolo

Pelotas, 2015.

GERSON KLEINICK VIGNOLO
Engenheiro Agrônomo

**PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MORANGOS DURANTE DOIS CICLOS
CONSECUTIVOS EM FUNÇÃO DA DATA DE PODA, TIPO DE FILME DO TÚNEL
BAIXO E COR DO *MULCHING* PLÁSTICO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Ciências (Área do conhecimento Fruticultura de Clima Temperado).

Orientador: Dr. Luis Eduardo Corrêa Antunes
Co-orientador: Dr. Carlos Reisser Júnior

Pelotas, 2015.

Comissão examinadora:

Orientador

Dr. Luis Eduardo Corrêa Antunes (presidente)
Pesquisador Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Banca examinadora

Dr. Paulo Celso de Mello Farias
Professor UFPel - Departamento de Fitotecnia, Pelotas, RS.

Dr. Carlos Rogério Mauch
Professor UFPel - Departamento de Fitotecnia, Pelotas, RS.

Dr. José Ernani Schwengber
Pesquisador Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

*Aos meus valorosos pais, Carlos e Célia, meus leais irmãos,
Giuliano e Giancarlo, e a minha amada noiva Roberta,
que sempre me incentivaram e apoiaram. Meu muito
obrigado pela confiança, amor e empenho para que eu
pudesse chegar até aqui.*

DEDICO

Agradecimentos

A Deus, por sempre colocar pessoas especiais no meu caminho e por me mostrar a melhor solução para enfrentar os obstáculos na minha vida pessoal e profissional. Agradeço pela saúde, força, inspiração e coragem para nunca desistir e estar sempre aprendendo com os erros.

À Universidade Federal de Pelotas, pela oportunidade de realizar o curso de pós-graduação em Agronomia e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro que viabilizou este trabalho.

À Embrapa Clima Temperado pelo uso de sua infraestrutura na condução dos trabalhos, pelas oportunidades e conhecimentos adquiridos no período do curso, e principalmente pelas amizades ali estabelecidas.

Agradeço imensamente ao meu orientador e amigo Dr. Luis Eduardo Corrêa Antunes pela confiança depositada, apoio técnico, científico, recomendações e incentivo desde o estágio de conclusão de curso até o presente momento.

Ao co-orientador Dr. Carlos Reisser Júnior e ao estagiário Mateus por todo suporte na instalação, leitura, avaliação e interpretação dos resultados das variáveis meteorológicas. Esta importante parte do trabalho foi possível graças à vocês. Muito obrigado pela disponibilidade, paciência, e pelas valiosas contribuições.

A todos os professores e funcionários que contribuíram para a realização desta tese e que participaram da minha formação intelectual.

Aos estagiários Lucas, Gaby, Dani e Matheus, com os quais pude contar durante todo o andamento do doutorado e que foram fundamentais para a execução dos experimentos a campo.

Aos meus pais Carlos e Célia e aos meus irmãos Giuliano e Giancarlo que ajudaram a construir a pessoa que sou hoje e que em todos os momentos de minha vida acreditaram e torceram para que este sonho se tornasse realidade, minha eterna gratidão.

À minha amada noiva Roberta, pelo amor, carinho, companheirismo, apoio, compreensão e que sempre lutou comigo para que este trabalho se tornasse realidade. Muito obrigado por estar diariamente ao meu lado me alegrando e me fazendo companhia tomando um bom chimarrão, tornando a escrita da tese bem mais prazerosa.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa em Pequenas Frutas da Embrapa Clima Temperado: Luciano Picolotto, Luciane Leitzke, Ivan Pereira, Ana Paula Antunes Corrêa, Michél Gonçalves, Letícia Ferreira, Priscila Marchi, Carine Cocco, Marina Costa e Juliano Schmitz, pela agradável convivência e auxílio na execução do projeto e por tornar mais agradáveis e descontraídas as horas de trabalho.

A todos que contribuíram de alguma forma para que este estudo fosse realizado e concluído e a todos os que me proporcionaram, de alguma maneira, crescimento pessoal e profissional, muito obrigado!

Apresentação

Este trabalho foi desenvolvido na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, através do programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração em Fruticultura de Clima Temperado da Universidade Federal de Pelotas, sob orientação do Dr. Luis Eduardo Correa Antunes e co-orientação do Dr. Carlos Reisser Júnior, no período de março de 2011 a fevereiro de 2015. Foram realizados estudos sobre a produção e qualidade de frutas de morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) durante dois ciclos consecutivos, que estão apresentados em dois capítulos, e para melhor compreensão dos temas pesquisados, o trabalho inicia com a revisão bibliográfica sobre os temas mais relevantes.

Resumo

VIGNOLO, Gerson Kleinick. **Produção e qualidade de morangos durante dois ciclos consecutivos em função da data de poda, tipo de filme do túnel baixo e cor do *mulching* plástico.** 2015. 123f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

O estudo teve como objetivo avaliar a produção e qualidade de frutas de morangueiro durante dois ciclos consecutivos em função da data de poda, filme do túnel baixo e cor do *mulching* plástico. Foram conduzidos dois experimentos no município de Pelotas-RS, em área experimental pertencente a Embrapa Clima Temperado (CPACT), durante os anos de 2011/2012 e 2012/2013, intitulados: (1) Produção e qualidade de frutas de 'Aromas' e 'Albion' durante dois ciclos consecutivos sob influência da data de poda de plantas de morangueiro; (2) Produção e qualidade de morangos durante dois ciclos consecutivos sob influência do filme do túnel baixo e cor do *mulching* plástico. Os experimentos foram realizados em sistema de cultivo convencional utilizando túnel baixo e *mulching* plástico. As mudas, oriundas da Argentina, foram transplantadas no início de julho, colhendo-se as frutas até novembro do ano seguinte, totalizando 17 meses de ciclo. Os fatores avaliados no experimento 1 foram as cultivares (Aromas e Albion) e datas de poda (1º e 15 de março e abril, além de plantas sem poda). No experimento 2, avaliaram-se o filme do túnel baixo (túnel transparente todo ciclo; túnel leitoso todo ciclo; túnel transparente durante outono/inverno/primavera e leitoso no verão) e cor do *mulching* plástico (branco, prata e preto). Nos dois experimentos, foram analisados parâmetros de desenvolvimento das plantas e de produção e qualidade de frutas. No presente estudo, pode-se concluir que entre as cultivares testadas, a cultivar Aromas mostrou-se melhor alternativa de cultivo para a região de Pelotas-RS por apresentar maior produção de frutas. No entanto, as frutas de 'Albion' possuem melhor qualidade. As plantas apresentam boa produção no segundo ciclo produtivo, com a vantagem de obtenção de frutas durante meses que existe pouca oferta de morango no mercado. Em plantas sadias, não existe a necessidade de realização de poda para aumento da produção de frutas no segundo ciclo, porém observa-se melhor qualidade de fruta nas plantas podadas. Com relação à cobertura plástica, o filme do túnel baixo não influenciou a produção total de frutas, sendo recomendado o uso de túnel transparente por proporcionar maiores teores de sólidos solúveis e antocianinas que o túnel leitoso. Por outro lado, a produção de frutas foi fortemente influenciada pela cor do *mulching* plástico, verificando-se que o *mulching* branco propicia aumento da produção e qualidade de frutas comparativamente ao *mulching* preto que é utilizado pela maioria dos produtores.

Palavras-chave: *Fragaria x ananassa*, produção fora de época e plasticultura.

Abstract

VIGNOLO, Gerson Kleinick. **Production and fruit quality of strawberry during two consecutive seasons according to the date of pruning, film of low tunnel and color of plastic *mulching***. 2015. 123f. Thesis (Doctor degree) - Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

The study aimed to evaluate the production and fruit quality of strawberry during two consecutive seasons according to the date of pruning, film of low tunnel and color of plastic *mulching*. Two experiments were conducted in Pelotas, Brazil, at Embrapa Clima Temperado (CPACT), in the years 2011/2012 and 2012/2013, entitled: (1) Production and fruit quality of 'Aromas' and 'Albion' during two consecutive seasons under the influence of pruning date of strawberry plants; (2) Production and fruit quality of strawberry during two consecutive seasons under the influence of the film of low tunnel and color of plastic *mulching*. The experiments were performed in conventional culture system using low tunnel and plastic *mulching*. The plantlets from Argentina were transplanted in early July, picking the fruits until November of the following year, totaling 17 months. The factors evaluated in the first experiment were the cultivars (Aromas and Albion) and pruning dates (1st and 15th of March and April, besides control treatment without pruning plants). In the second experiment, we evaluated the film of low tunnel (transparent tunnel whole cycle; opaque tunnel whole cycle; transparent tunnel during fall / winter / spring and opaque tunnel in summer) and color of *mulching* plastic (white, silver and black). In both experiments, plant growth, production and fruit quality were evaluated. It was concluded that between the tested cultivars, 'Aromas' proved to be better alternative for cultivation in the Pelotas region due its higher fruit production. However, fruit of 'Albion' showed better quality. The plants have good production in the second season, with the advantage of obtaining fruit in months that there is shortage of strawberry in the market. In healthy plants, there is no need to perform pruning to increase fruit production in the second season, however there is better fruit quality in the pruned plants. Regarding the plastic cover, the film of low tunnel did not affect the total production of fruits, being recommended the use of transparent tunnel to provide higher soluble solids and anthocyanins than opaque tunnel. However, fruit production was greatly influenced by the color of *mulching* plastic, being observed that white *mulch* provides increased production and fruit quality compared to black *mulch* which is used by most producers.

Keywords: *Fragaria x ananassa*, off-season production and plasticulture.

Lista de Figuras

CAPÍTULO 1 - PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTAS DE 'AROMAS' E 'ALBION' DURANTE DOIS CICLOS CONSECUTIVOS SOB INFLUÊNCIA DA DATA DE PODA DE PLANTAS DE MORANGUEIRO

Figura 1 - Médias da temperatura mínima (°C), temperatura média (°C) e temperatura máxima do ar (°C) (A), radiação solar global ($\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$) e precipitação (mm) (B) no período de julho de 2011 a novembro de 2012. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....55

CAPÍTULO 2 - PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MORANGOS DURANTE DOIS CICLOS CONSECUTIVOS SOB INFLUÊNCIA DO TIPO DE FILME DO TÚNEL BAIXO E COR DO *MULCHING* PLÁSTICO

Figura 1 - Temperatura média do solo em função do filme do túnel baixo (A) e cor do *mulching* plástico (B); temperatura média do ar (C) e umidade relativa do ar sob diferentes filmes de túnel baixo (D); radiação refletida em função da cor do *mulching* (E) e radiação incidente sob diferentes filmes de túnel baixo (F). Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....99

Figura 2 - Temperatura do solo em função da cor do *mulching* plástico (A e B), temperatura do ar (C e D) e radiação incidente (E e F) sob diferentes filmes de túnel baixo durante os dias 09/09/2012 e 31/12/2012. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....102

Lista de tabelas

CAPÍTULO 1- PRODUÇÃO E QUALIDADE DE FRUTAS DE 'AROMAS' E 'ALBION' DURANTE DOIS CICLOS CONSECUTIVOS SOB INFLUÊNCIA DA DATA DE PODA DE PLANTAS DE MORANGUEIRO

Tabela 1- Dias após o transplante das mudas para início da floração, maturação das frutas e estolonamento e porcentagem de plantas sobreviventes ao final do primeiro ciclo produtivo. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	59
Tabela 2 - Dias após a poda para início da floração, maturação das frutas e estolonamento no segundo ciclo produtivo de cultivares de morangueiro em função da data de poda. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	61
Tabela 3 - Número, massa seca de estolões e de folhas de morangueiro no primeiro ciclo produtivo em função dos meses de coleta. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	62
Tabela 4 - Número de estolões (NE), massa seca de estolões (MSE) e de folhas (MSF) de cultivares de morangueiro ao final do segundo ciclo produtivo em função da data de poda. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	64
Tabela 5 - Número, massa de frutas por planta e massa média de fruta de cultivares de morangueiro no primeiro ciclo produtivo em função dos meses de colheita. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	67
Tabela 6 - Número (NFP) e massa de frutas por planta (MFP) e massa média de fruta (MMF) de cultivares de morangueiro no segundo ciclo produtivo em função da data de poda. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	69
Tabela 7 - Massa de frutas por planta no segundo ciclo produtivo em função da data de poda de plantas de morangueiro e meses de colheita. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	70
Tabela 8 - Tamanho de fruta no primeiro ciclo produtivo em função dos meses de coleta. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	71
Tabela 9 - Tamanho de fruta de cultivares de morangueiro no segundo ciclo produtivo em função da data de poda. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	72
Tabela 10 - Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT de morangos no primeiro ciclo produtivo em função dos meses de coleta. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	74

Tabela 11 - Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT de frutas de cultivares de morangueiro no segundo ciclo produtivo em função da data de poda. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	75
Tabela 12 - Compostos fenólicos, conteúdo de antocianinas e atividade antioxidante de morangos no primeiro ciclo produtivo em função dos meses de coleta. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	78
Tabela 13 - Compostos fenólicos, conteúdo de antocianinas e atividade antioxidante de frutas de cultivares de morangueiro no segundo ciclo produtivo em função da data de poda. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	79
Tabela 14 - Número, massa seca de coroas e de folhas e plantas sobreviventes de cultivares de morangueiro ao final do segundo ciclo produtivo em função da data de poda. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	80

CAPÍTULO 2 - PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MORANGOS DURANTE DOIS CICLOS CONSECUTIVOS SOB INFLUÊNCIA DO TIPO DE FILME DO TÚNEL BAIXO E COR DO *MULCHING* PLÁSTICO

Tabela 1 - Dias após o transplante das mudas para início da floração, maturação das frutas e estolnamento em função do filme do túnel baixo e cor do <i>mulching</i> plástico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	97
Tabela 2 - Número de estolões (NE), massa seca de estolões (MSE) e de folhas (MSF) em função do filme do túnel baixo e cor do <i>mulching</i> plástico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	101
Tabela 3 - Número (NFP), massa de frutas por planta (MFP) e massa média de fruta (MMF) em função do filme do túnel baixo e cor do <i>mulching</i> plástico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	105
Tabela 4 - Massa de frutas por planta em função do filme do túnel baixo e cor do <i>mulching</i> plástico durante o ciclo produtivo de 15 meses. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	107
Tabela 5 - Tamanho de fruta em função do filme do túnel baixo e cor do <i>mulching</i> plástico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	108
Tabela 6 - Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT de morangos em função do filme do túnel baixo e cor do <i>mulching</i> plástico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	110

Tabela 7 - Compostos fenólicos, conteúdo de antocianinas e atividade antioxidante de morangos em função do filme do túnel baixo e cor do <i>mulching</i> plástico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	111
Tabela 8 - Número, massa seca (MS) de coroas e de folhas e plantas sobreviventes ao final do experimento em função do filme do túnel baixo e cor do <i>mulching</i> plástico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	113

Sumário

Resumo.....	7
Abstract.....	8
Lista de Figuras.....	9
Lista de tabelas	10
1. Introdução.....	15
1.1 Objetivos específicos.....	17
1.2 Hipóteses.....	18
2. Revisão de literatura	19
2.1 Aspectos gerais da cultura do morangueiro.....	19
2.2 Cultivares.....	21
2.3 Fisiologia do morangueiro.....	23
2.4 Produção fora de época e poda das plantas	27
2.5 Plasticultura	30
2.6 Qualidade das frutas.....	36
2.7 Referências.....	40
3. Capítulo 1- Produção e qualidade de frutas de 'Aromas' e 'Albion' durante dois ciclos consecutivos sob influência da data de poda de plantas de morangueiro	51
3.1 Introdução.....	51
3.2 Material e métodos	53
3.2.1 Avaliações.....	55
3.2.2 Delineamento experimental e análise estatística	57
3.3 Resultados e discussão	58
3.3.1 Desenvolvimento das plantas.....	58
3.3.2 Produção de frutas	64
3.3.3 Análises físico-químicas.....	71
3.3.4 Análises de compostos bioativos	75
3.3.5 Avaliação final	79
3.4 Conclusões	80
3.5 Referências.....	81
4. Capítulo 2- Produção e qualidade de morangos durante dois ciclos consecutivos sob influência do tipo de filme do túnel baixo e cor do <i>mulching</i> plástico	89
4.1 Introdução.....	89
4.2 Material e métodos	91
4.2.1 Avaliações.....	93
4.2.2 Delineamento experimental e análise estatística	95
4.3 Resultados e discussão	96
4.3.1 Desenvolvimento das plantas.....	96
4.3.2 Produção de frutas	103
4.3.3 Análises físico-químicas.....	108
4.3.4 Análises de compostos bioativos	110

4.3.5 Avaliação final	112
4.4 Conclusões	113
4.5 Referências.....	113
5. Considerações finais	119
6. Anexos.	122

1. Introdução

O morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch.) é o principal representante do grupo das pequenas frutas, no qual também estão incluídos a framboeseira, amoreira-preta e mirtilheiro. O morango é uma fruta apreciada em diversos países em virtude de sua aparência atraente, suas propriedades nutritivas e por possuir sabor agradável. Além disso, é amplamente cultivado devido às diversas possibilidades de comercialização e processamento, ao amplo conhecimento e aceitação da fruta, além da alta rentabilidade que proporciona aos produtores, mesmo em pequenas áreas.

O morangueiro é cultivado nas mais variadas regiões do mundo, sendo que os países que mais se destacam são: Estados Unidos, Espanha, Turquia e México. A produção de morangos no Brasil tem crescido nos últimos anos, e apesar dos dados estatísticos não serem precisos, estima-se uma produção anual de 105.000 toneladas, com área ocupada de 4.000 ha, sendo Minas Gerais, Rio Grande do Sul e São Paulo os maiores produtores de morango no Brasil. A maioria da produção do Rio Grande do Sul (RS) está concentrada na Serra Gaúcha, região do Vale do Caí e região de Pelotas, ocorrendo aumento da produção de morango no RS nos últimos anos, porém com diminuição da área plantada, evidenciando o incremento da produtividade que passou de 6 para 30 t/ha, comprovando o avanço nas técnicas produtivas e inovações tecnológicas.

Os principais avanços que alavancaram a cultura do morangueiro e proporcionaram aumento da produtividade foram o uso de cultivares mais produtivas e adaptadas às condições edafoclimáticas de cada região, utilização de mudas de alta qualidade genética e sanitária, uso de tecnologias como cobertura plástica do solo, cultivo protegido com túnel baixo, além de sistema de irrigação localizada por gotejamento e uso de fertirrigação. Embora a maioria das áreas cultivadas com morangueiro apresente menos de 1 ha e com predomínio de mão de obra familiar, grande parte dos pequenos produtores utilizam a maioria destas tecnologias citadas.

Um dos principais entraves da cultura do morangueiro no Rio Grande do Sul é a dependência de mudas importadas, produzidas no Chile e na Argentina, ocasionando um problema que é o atraso na entrega das mudas, que nos últimos anos tem se tornado frequente. Os produtores recebem as mudas importadas de maio a julho, retardando o plantio e consequentemente o início da produção. Este

fato prejudica produções precoces e fora de época, nos quais os produtores poderiam comercializar a fruta com melhores preços, concentrando grande volume de morango nos meses de outubro e novembro. Existe a possibilidade de produção de morango fora de época utilizando mudas nacionais, propiciando o plantio em março e produção de frutas a partir de junho. Entretanto, esta alternativa proporciona apenas produção precoce, permanecendo a sazonalidade com falta de oferta de morango no mercado de janeiro a maio. A alternativa mais adequada para produção de morangos durante todo o ano consiste em manter as plantas no campo durante dois ciclos consecutivos em vez de retirá-las em dezembro.

As cultivares de dias neutros são mais adequadas para a produção de verão, já que são insensíveis ao fotoperíodo, porém mesmo estas cultivares apresentam diminuição da produção sob temperaturas altas constantes. Além disso, normalmente ocorre diminuição da produção de frutas durante os meses de maio a julho do segundo ciclo, devido à redução da temperatura e fotoperíodo, ocasionando a entrada das plantas no estado de dormência. No entanto, a maior valorização do morango em meses que existe escassez do produto no mercado, compensam esta diminuição de produção de frutas durante estes dois períodos citados. O uso racional de insumos é outra grande vantagem do cultivo durante dois ciclos consecutivos, pois as coberturas plásticas, mudas, dentre outros materiais, são utilizados por maior período de tempo (17 meses), diferentemente do que ocorre no cultivo anual realizado pela maioria dos produtores, no qual há descarte de grande parte dos insumos com apenas seis meses de uso.

Existem poucos estudos no Brasil relacionados ao cultivo de morangueiro durante dois ciclos consecutivos, existindo diversas dúvidas sobre o manejo que deve ser realizado para aumento da produção de frutas, além de incertezas sobre os meses que as plantas produzem durante o segundo ciclo. A maioria dos autores que não recomendam o cultivo do morangueiro por mais de um ciclo de cultivo, alegando a ocorrência de maior incidência de doenças e menor produção de frutas durante o segundo ciclo, não realizaram experimentos para confirmar estas afirmações, sendo baseados apenas em observações visuais, havendo a necessidade de realização de trabalhos científicos para elucidar estes temas. Adicionalmente, existem muitas dúvidas a respeito do manejo das plantas ao final do primeiro ciclo, pois os produtores realizam poda drástica em março ou abril, porém sem conhecimento sobre os efeitos da poda sobre o desenvolvimento das plantas nos meses

posteriores, podendo não haver a necessidade de podar as plantas em alguns casos.

O uso de cobertura plástica na cultura do morangueiro proporcionou incremento da produção e qualidade das frutas, sendo que o cultivo em ambiente protegido apresenta diversas vantagens em relação à produção a céu aberto, como diminuição do molhamento foliar, propiciando menor incidência de doenças, aumento da temperatura do ar no início do ciclo, proporcionando precocidade de produção de frutas, além de proteção contra geadas. Normalmente, os produtores utilizam túnel baixo com plástico transparente, entretanto, os plásticos conhecidos como opacos ou leitosos, com adição de pigmentos que reduzem a transmissão luminosa, vêm sendo testados em substituição aos plásticos convencionais, mais translúcidos. O objetivo do uso desses plásticos menos transparentes é reduzir a incidência de luz solar direta e com isso diminuir a temperatura do ar, na tentativa de melhorar a produção no verão. No entanto, o uso deste tipo de plástico mais opaco durante as estações do ano que apresentam menores radiações pode prejudicar o desenvolvimento das plantas e consequentemente a produção de frutas.

Atualmente, o uso de plástico para a cobertura do solo nas culturas hortícolas é uma prática comum em virtude do melhor controle de plantas daninhas, maior precocidade, produção mais elevada e melhor qualidade das frutas. A maioria dos produtores ainda utiliza o *mulching* preto para cobertura do solo, devido ao receio de utilizar uma tecnologia nova ou até mesmo por não terem conhecimento da existência de outras cores de *mulching* plástico. Recentemente, com o início dos cultivos no verão utilizando cultivares de dias neutros, começou-se a utilizar os plásticos de dupla-face prata/preto e branco/preto para diminuir a temperatura do solo durante os verão e para propiciar maior reflexão da radiação durante o outono e inverno.

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo, avaliar a produção e qualidade de frutas de morangueiro durante dois ciclos consecutivos em função da data de poda, tipo de filme do túnel baixo e cor do *mulching* plástico.

1.1 Objetivos específicos

1) Estudar o potencial produtivo e de qualidade de frutas das cultivares de morangueiro Aromas e Albion durante dois ciclos consecutivos;

2) Avaliar a produção e qualidade de frutas das cultivares de morangueiro Aromas e Albion no segundo ciclo produtivo sob diferentes datas de poda;

3) Avaliar a produção e qualidade de frutas de morangueiro durante dois ciclos consecutivos sob diferentes combinações do filme do túnel baixo e cor do *mulching* plástico.

1.2 Hipóteses

1) As cultivares de morangueiro Aromas e Albion apresentam bom desempenho agrônômico na região de Pelotas-RS, possibilitando a produção durante dois ciclos consecutivos;

2) A poda das plantas de morangueiro ocasiona diminuição da produção e aumento da qualidade de frutas no segundo ciclo produtivo;

3) A produção e a qualidade de morangos são fortemente influenciadas pelo filme do túnel baixo e cor do *mulching* plástico.

2. Revisão de literatura

2.1 Aspectos gerais da cultura do morangueiro

O morangueiro cultivado atualmente, pertence à família Rosaceae, gênero *Fragaria* e à espécie *Fragaria x ananassa* Duch., que é um híbrido originário do cruzamento de duas espécies (SILVA, 2007). A espécie *Fragaria x ananassa* Duch. teve origem na Europa entre os anos 1714 e 1759, resultado da intervenção do homem no processo evolutivo. Plantas de *F. chiloensis*, oriundas do Chile, foram plantadas perto de *F. virginiana* provenientes dos Estados Unidos (DARROW, 1966). Em função da grande variabilidade entre as espécies que compõem a base genética do morangueiro, a espécie *Fragaria x ananassa* apresenta uma grande amplitude de adaptação, que associada ao desenvolvimento dos modernos sistemas de manejo de cultivo, tornou possível sua produção tanto nas regiões frias, como nas tropicais e subtropicais (DIAS et al., 2014).

O morangueiro cultivado é uma planta perene, que possui hábito de crescimento rasteiro e características de planta herbácea. A planta é constituída por sistema radicular fasciculado e coroa, que é um caule curto de onde surgem todas as outras estruturas da planta. As folhas geralmente são formadas por um pecíolo e três folíolos. As flores em geral são hermafroditas e do tipo cimeira, ou seja, depois de aberta a primeira flor, os botões laterais vão se abrindo um a um, acompanhando o desenvolvimento da inflorescência. A fruta, parte comestível, é constituída por um receptáculo carnoso e suculento, de coloração vermelho-viva, constituindo um pseudofruto. Os aquênios são os frutos verdadeiros e são estruturas escuras que contém as sementes, estando aderidas ao receptáculo (HANCOCK, 1990). A reprodução pode ser vegetativa, através dos estolões que formam as plantas filhas, ou sexuada por meio das sementes que estão contidas nos aquênios. A propagação utilizada comercialmente é a vegetativa, enquanto que as sementes são usadas com a finalidade de melhoramento genético (DARROW, 1966; HANCOCK et al., 1990; STRAND, 1994).

O morango é uma cultura pertencente ao grupo das pequenas frutas, sendo produzido e apreciado nas mais diversas regiões do mundo, devido ao seu aspecto atraente e seu sabor diferenciado, possuindo mercado garantido nas principais economias mundiais. A importância desse cultivo deve-se à elevada 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 período de 2006 a 2012, a produção mundial cresceu aproximadamente 16%, enquanto a área plantada apresentou redução na ordem de 9%, sendo de 4.516.810 toneladas, para uma área total plantada de 241.109 hectares. Os maiores produtores mundiais são Estados Unidos da América ($1.312.960 \text{ t ano}^{-1}$), Turquia ($302.416 \text{ t ano}^{-1}$) e Espanha ($262.730 \text{ t ano}^{-1}$). A produção dos Estados Unidos corresponde a quatro vezes mais que a da Turquia, sendo os três países citados responsáveis por mais de 40% da produção mundial (FAO, 2014).

No Brasil, os primeiros registros do cultivo do morangueiro são do final do século XVIII em jardins e hortas caseiras. A partir de meados do século XIX, a cultura passou a ganhar importância econômica no Rio Grande do Sul, mas foi em São Paulo, nos anos 60, que ocorreu um grande incremento na produção nacional com o lançamento da cultivar Campinas (DIAS et al., 2007). As informações disponíveis no site da FAO quanto a dados da produção brasileira não são confiáveis por serem subestimados. Estima-se que a produção brasileira seja de 105 mil toneladas em uma área de aproximadamente 4.000 hectares (FACHINELLO et al., 2011). Entretanto, de acordo com dados fornecidos pela Emater e publicados por Silveira e Guimarães (2014), a produção ofertada pelos oito principais estados produtores já supera esta estimativa anterior, sendo de 133 mil toneladas produzidas em uma área de 3.700 ha. De acordo com estes mesmos autores, a produtividade média destes estados é em torno de $35 \text{ toneladas ha}^{-1}$, sendo que em algumas regiões e sistemas de produção, pode chegar a $60 \text{ toneladas ha}^{-1}$. A produtividade média por estado brasileiro em t/ha é de 60 no Rio de Janeiro; 41 em Minas Gerais; 40 no Distrito Federal; 33 no Espírito Santo; 32 em São Paulo, 30 nos estados do Paraná e Rio Grande do Sul e 20 em Santa Catarina. Já a área de produção dos estados em ha é de 1790 em Minas Gerais; 600 no Paraná; 500 no Rio Grande do Sul e 331 em São Paulo.

No Brasil, a cultura do morangueiro possui um caráter eminentemente social, pois emprega um grande contingente de trabalhadores na quase totalidade de seu ciclo de cultivo. Os produtores que cultivam essa cultura, na sua maioria são agricultores familiares, proprietários de minifúndios cujos estratos de área cultivada variam de 0,2 a 1 ha, e na maioria dessas áreas o sistema de produção empregado

é do tipo convencional no solo (GODOI, 2008). Além de possuir uma grande importância social, é uma atividade econômica que, em muitos casos, é a principal atividade do município onde a cultura é explorada, sendo também referência turística, como é o caso do município de Bom Princípio, no Rio Grande do Sul (ANTUNES et al., 2008).

Estima-se que 90% da produção nacional de morango é destinada para a comercialização in natura e o restante seja utilizado no processamento industrial (ANTUNES; REISSER JUNIOR, 2007). A produção é praticamente toda destinada ao mercado interno. Do total de morangos produzidos no país, apenas 180 toneladas são exportadas para outros países, principalmente para a Argentina e o Chile (ANTUNES; PERES, 2013). Para o país, a receita da cultura gira em torno de 115 milhões de reais. A receita líquida é de R\$ 41.500,00 por hectare, sendo 39,3%, 43,9% e 16,8% para o produtor, parceiros e trabalhadores, respectivamente (MADAIL, 2008). No Rio Grande do Sul, o cultivo do morangueiro representa a principal fonte de renda para muitos agricultores familiares. Neste Estado, é uma atividade consolidada nas regiões do Vale do Caí, Serra Gaúcha e região de Pelotas. Nos últimos anos, tem-se verificado um crescimento importante da produção na região dos Campos de Cima da Serra (LAZZAROTTO; FIORAVANÇO, 2011).

2.2 Cultivares

Um dos fatores determinantes para o sucesso de uma lavoura de morangueiro é a escolha da cultivar a ser utilizada. A produtividade, a qualidade da fruta e a distribuição da produção durante o ciclo de cultivo são aspectos fundamentais a serem considerados no momento da escolha da cultivar (GIMENEZ, 2007). Segundo Duarte Filho et al. (2007), a escolha da cultivar tem importância relevante no cultivo do morangueiro, chegando a ser limitante, por causa, principalmente, de suas exigências em fotoperíodo, número de horas de frio e temperatura, que variam em função do material genético.

Portanto, recomenda-se, preferencialmente, que se tenham dados locais sobre experimentos com as cultivares a serem utilizadas, evitando-se, assim, a escolha inadequada para a região (DIAS et al., 2014). Outro ponto importante é a característica da cultivar quanto a resistência contra as principais pragas e doenças,

já que uma cultivar altamente suscetível exige aplicações frequentes de agrotóxicos durante o período de produção, tendo consequências negativas para o ambiente, além de aumentar os custos da lavoura. O excesso de aplicações de agrotóxicos, também prejudica o consumo da fruta pela população brasileira, que está reduzido devido à falta de confiança do consumidor em relação aos resíduos de agrotóxicos presentes na fruta (ANDRIOLO et al., 2007).

As cultivares de morangueiro podem ser classificadas em cultivares de dia curto, dia neutro e dia longo, segundo a resposta da planta ao fotoperíodo. No Brasil, há alguns anos, predominava a utilização de cultivares de dias curtos, ou seja, aquelas em que as plantas diferenciam suas gemas florais quando decresce o fotoperíodo e diminui a temperatura. Porém, o cenário tem mudado e, atualmente, verifica-se um aumento no cultivo de cultivares insensíveis ao fotoperíodo ou de dia neutro, isto é, aquelas em que as plantas diferenciam suas gemas sem interferência do comprimento do dia (DIAS et al., 2014).

As principais cultivares utilizadas na região Sul do Brasil são provenientes dos Estados Unidos, destacando-se a Oso Grande, Camarosa, Albion e Aromas (ANTUNES; PERES, 2013). 'Albion' é uma cultivar de dia neutro, originária do Programa de Melhoramento da Universidade da Califórnia, EUA. As frutas são firmes, longas, cônicas e simétricas, com coloração vermelho-intensa e excelente sabor. A cultivar Aromas também foi desenvolvida na Universidade da Califórnia, sendo de dia neutro e porte ereto, produzindo frutas de tamanho mediano, com coloração vermelho-escura e pode ser cultivada tanto para o mercado de mesa, como para a indústria (DIAS et al., 2014). Segundo Shaw (2004), esta cultivar apresenta taxa de multiplicação muito alta no viveiro, algo raro entre cultivares de dias neutros.

Diversos autores tem estudado o comportamento das cultivares Aromas e Albion no Brasil (STRASSBURGER et al., 2011; WITTER et al., 2012; MENDONÇA et al., 2012; ROSSI, 2014; MIRANDA et al., 2014). A cultivar Aromas é mais produtiva, alcançando produtividade de 59 t ha^{-1} , sendo superior à produtividade apresentada por plantas de 'Albion' que é de aproximadamente 38 t ha^{-1} (STRASSBURGER et al., 2011). Rossi (2014) também observou produtividade superior de 'Aromas' em relação à cultivar 'Albion'. Entretanto, a qualidade das frutas de 'Albion' é superior às frutas de 'Aromas' (CARPENEDO, 2010; CARVALHO, 2013). De acordo com Carpenedo (2010), a cultivar Albion é a que apresenta melhor

qualidade geral e aceitação pelo consumidor dentre as oito cultivares analisadas, incluindo 'Aromas'.

Os consumidores brasileiros adotam principalmente os critérios de qualidade, como por exemplo, aparência, cor, tamanho e frescor ao compararem frutas de morango (LUNATI, 2006). Entretanto, a comercialização das frutas ainda é exercida de forma ineficiente e amadora. Segundo Antunes e Peres (2013) os morangos comercializados no Brasil não são identificados com o nome da cultivar, deixando os consumidores confusos ao escolherem o produto.

Nos últimos anos, novas cultivares lançadas pelos programas de melhoramento genético americanos, vem sendo introduzidas no Brasil e avaliadas por instituições de pesquisa e Universidades, quanto a sua adaptação às diferentes regiões e condições de produção (PEREIRA et al., 2013; CECATTO, 2013; ANTUNES, 2014a; MIRANDA, 2014). Esta é uma etapa muito importante no processo de escolha de cultivares para o plantio comercial, pois a introdução de novos materiais, com melhor adaptação às diferentes regiões e sistemas de produção, garantem maior produtividade e qualidade, com benefícios econômicos aos agricultores (ANTUNES et al., 2010).

2.3 Fisiologia do morangueiro

A diferenciação floral é muito dependente de um conjunto de fatores, dentre os quais os ambientais são os de maior importância. A temperatura, o fotoperíodo e a interação entre ambos destacam-se com grande relevância (SILVA et al., 2007).

Dentre estes citados, a temperatura é um dos fatores mais limitantes na cultura do morangueiro, sendo a faixa ideal de 20 a 26°C para o adequado crescimento das plantas (DARROW, 1966). A temperatura crítica mínima situa-se um pouco acima de 0°C (GALLETTA; BRINGHURST, 1990), ocorrendo maior desenvolvimento das plantas a medida que ocorre aumento na temperatura. Embora existam diferenças entre as cultivares, a taxa de crescimento máximo ocorre aos 22°C, diminuindo até um limite máximo. De acordo com Carlen et al. (2009), as plantas se desenvolvem lentamente aos 30°C, ocorrendo danos acima de 35°C. Converse (1987) observou que o crescimento é paralisado com temperaturas entre 35-38°C. A viabilidade do pólen também é afetada por altas temperaturas. Ledesma e Sugiyama (2005), estudando o comportamento de cultivares de morangueiro a

temperaturas de 30°C dia/25°C noite durante a floração, observaram que sob altas temperaturas, as flores primárias apresentam redução de 62% na viabilidade do pólen.

Existe uma relação linear entre a temperatura do ar e a precocidade da produção. De acordo com Palencia et al. (2013), plantas de morangueiro sob 8°C não apresentam produção precoce de frutas, já sob 15°C, a produção precoce é de 60 g por planta. A máxima produção é obtida com temperaturas entre 15°C e 20°C, decrescendo acima deste intervalo. Entretanto, a sensibilidade das plantas à altas temperaturas varia de acordo com o tamanho e idade das plantas. O efeito de altas temperaturas no aumento do crescimento vegetativo pode ser a razão para a redução da produtividade (MARQUEZ, 2008).

O adequado desenvolvimento das plantas no outono é importante para que ocorra produtividade elevada na primavera, obtendo vigoroso crescimento das coroas e folhas quando as temperaturas estão acima de 10°C (FERNANDEZ, 2001). Em cultivares de dias curtos, o início da floração começa durante o outono, sendo as gemas de flores destas cultivares formadas quando os dias apresentam menos do que 14 horas de luz com temperaturas abaixo de 15°C, porém se a temperatura estiver acima de 15°C, o fotoperíodo crítico para início da floração é de 8-12 horas. Embora a temperatura também modifique a resposta fotoperiódica nas cultivares de dias neutros, elas são menos sensíveis a altas temperaturas do que as cultivares de dias curtos. Cultivares de dias neutros produzem flores e frutas durante todo o ano, desde que as temperaturas estejam abaixo de 22°C (DARROW, 1966; LARSON, 1994).

Plantas expostas a temperaturas de 0 a 4°C apresentam menor taxa de crescimento, embora as folhas continuem realizando fotossíntese (GALLETTA; BRINGHURST, 1990). Temperaturas baixas afetam negativamente as membranas celulares, aumentando a rigidez (RUELLAND et al., 2009). As plantas de morangueiro sobrevivem a baixas temperaturas devido ao acúmulo de proteínas protetoras nas coroas mudando a expressão gênica, e aumentando a integridade da parede celular (KOEHLER et al., 2012). Para muitas cultivares, a aclimação a baixas temperaturas é alcançada depois de sete dias. A aclimação depende da cultivar, umidade e temperatura (DARROW, 1966).

As condições ambientais também são reconhecidamente um dos principais fatores que afetam a produção de mudas de morangueiro. Sabe-se que sob

influência de dias curtos, as plantas produzem mais coroas do que estolões. Os estolões começam a ser produzidos quando o comprimento do dia é superior a 12 horas com temperatura acima de 10°C, sendo o fotoperíodo de 15 horas com temperatura superior a 23°C as condições ideais para a multiplicação vegetativa (DARROW, 1966). Hassan et al. (2014), estudando fotoperíodos de 12, 15 e 17 horas de luz, observaram que as plantas produzem mais do que o dobro de mudas nos fotoperíodos mais longos em comparação ao tratamento com 12 horas de luz.

O incremento de fitomassa das plantas decorre da síntese de compostos carbonados (carboidratos) com utilização da energia solar envolvendo uma série de processos que no seu conjunto denomina-se fotossíntese. Além da energia proveniente do sol, o gás carbônico e a água são fatores fundamentais, ocorrendo posteriormente uma série de etapas como a síntese de carboidratos e liberação de oxigênio para a atmosfera. A luz é absorvida em sua maioria pelas clorofilas, que são pigmentos verdes contidos nos cloroplastos. Células do mesófilo contém muitos cloroplastos sendo esta região a mais ativa em realizar fotossíntese. A faixa do espectro absorvida pelas clorofilas situa-se na faixa da luz visível entre 400 e 700 nm, também denominada radiação fotossinteticamente ativa (PAR), entretanto compreende, principalmente, a faixa do azul e do vermelho cujos comprimentos de onda são 430 e 660 nm, respectivamente. As folhas situadas em posições externas da planta recebem radiação solar direta e difusa, refletindo parte da radiação incidente. As idades fisiológicas distintas implicam em estruturas e coloração distintas entre folhas, aliada à posição que estas ocupam na planta resultam em alterações nos processos de absorção, reflexão e transmissão da radiação incidente (TAIZ; ZEIGER, 2009).

A intensidade de radiação é importante para o desenvolvimento do morangueiro, influenciando a produção de matéria seca na coroa, raízes, folhas e estolões e proporcionando acúmulo de substâncias de reserva (VERDIAL et al., 2009). A interceptação da luz pelas folhas é fundamental para a fotossíntese, normalmente observando-se que maiores níveis de radiação proporcionam maior assimilação de CO₂ e taxa fotossintética, até o ponto de saturação. Normalmente, para o morangueiro, o ponto de saturação de luz está entre 1000 e 1400 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$. Entretanto, estas taxas são também influenciadas pela temperatura e disponibilidade de nutrientes (LARSON, 1994; CARLEN et al., 2009). A produção de flores e frutas no inverno pode ser melhorada pelo aumento da intensidade de luz nos níveis de

400 a 450 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, incluindo a luz na faixa do espectro vermelho e melhorando a eficiência na radiação fotossinteticamente ativa (KIRCHBAUM, 1998).

Segundo Palencia et al. (2013), a radiação solar apresenta aumento progressivo durante o período produtivo, alcançando os maiores valores (28,82 mJ m^{-2}) ao final do período de colheita. Existe uma relação linear entre a precocidade de produção e a radiação solar, sendo observado aumento de 70 g de frutas por planta com acréscimo na radiação de 9 para 18 mJ m^{-2} . De acordo com estes mesmos autores, a máxima produtividade é alcançada com radiação solar entre 20 e 25 mJ m^{-2} , apresentando diminuição com radiações acima de 25 mJ m^{-2} .

O solo, além de armazenar e permitir os processos de transferência de água, solutos e gases, também armazena e transfere calor. A capacidade de um solo armazenar e transferir calor é determinada pelas suas propriedades térmicas e pelas condições meteorológicas do local, que, por sua vez, influenciam todos os processos químicos, físicos e biológicos do solo. A atividade microbiológica poderá ser interrompida, as sementes poderão não germinar e as plantas não se desenvolverem caso o solo não se apresente dentro de uma faixa de temperatura adequada para a manutenção dos processos fisiológicos envolvidos. As propriedades físicas da água e do ar do solo, bem como seus movimentos e disponibilidade no solo, além de muitas reações químicas que liberam nutrientes para as plantas, são influenciados pela temperatura do solo. Além disso, o calor armazenado próximo da superfície do solo tem grande efeito na evaporação (PREVEDELLO, 1996).

A temperatura mínima do solo para ativar o crescimento radicular é de 5°C e a máxima de 31°C, sendo a temperatura ótima de 10 a 23°C (LARSON, 1994). De acordo com Wang e Camp (2000), a temperatura ótima é de 18°C durante o dia e 12°C a noite. A temperatura do solo tem efeito sobre o comprimento radicular, ramificações, respiração, absorção de água e nutrientes. Em solos com temperatura abaixo da ideal, o crescimento radicular é menor e apresenta menos ramificações, afetando o desenvolvimento da planta. Temperatura do solo abaixo do mínimo crítico, pode causar necrose nos tecidos, além de diminuir a absorção de nutrientes.

2.4 Produção fora de época e poda das plantas

Por muitos anos, a produção brasileira de morango foi baseada em cultivares de dias curtos. Essas cultivares, em condições de temperaturas elevadas e dia longo, apresentam maior crescimento vegetativo em detrimento do reprodutivo. Dessa forma, a partir de dezembro até o início do inverno, observa-se menor oferta da fruta no mercado e, por consequência, preços mais elevados. Nos últimos anos, o diferencial obtido no período de entressafra motivou os produtores a utilizarem cultivares de dia neutro que proporcionam produção durante os períodos mais quentes do ano, uma vez que possuem menor sensibilidade aos estímulos que o fotoperíodo e a temperatura exercem sobre a frutificação (ANTUNES et al., 2014b). De acordo com Reisser Júnior e Antunes (2014), na região Sul, em alguns locais de clima mais fresco, os produtores tem buscado a produção fora de época com o uso de cultivares de dias neutros e sistemas bem tecnificados, em que a produção pode ser realizada durante 18 meses.

Com a introdução destas cultivares de dias neutros (Aromas, Albion, San Andreas, entre outras), diversos autores observaram produção de frutas até final de fevereiro (MARTINS, 2010; CAMARGO et al., 2010; STRASSBURGER et al., 2011; MIRANDA et al., 2014) e outros relataram produção durante dois ciclos consecutivos (TEIXEIRA et al., 2013; ANTUNES et al., 2014a; BRUGNARA et al., 2014). Segundo Reisser Júnior e Antunes (2014), o mercado de morango brasileiro é muito maior que o atualmente explorado, observando-se que a procura por esta fruta é destaque em todo país, sendo que muitos não a consomem devido à sua falta em algumas regiões ou épocas do ano.

O plantio das mudas de cultivares de dias curtos ocorre durante os meses de março a maio (MENDONÇA et al., 2012; SCHMITT et al., 2012; FALCÃO et al., 2013), por outro lado, as de dias neutros são plantadas após estes meses, geralmente em junho ou julho (ANTUNES et al., 2014a; COSTA et al., 2014). Segundo Antunes e Peres (2013), a produção nacional de mudas de morangueiro de raízes nuas não atinge a qualidade e nem a quantidade necessária para atender a demanda dos produtores das principais regiões produtoras do país. Consequentemente, a maior parte das mudas utilizadas no Rio Grande do Sul são importadas do Chile e da Argentina. Esta prática torna o produtor dependente da muda importada, dependência que traz consigo um problema que é a

impossibilidade de um planejamento das atividades devido aos atrasos na entrega das mudas, que nos últimos anos tem se tornado frequente. Este atraso retarda o plantio e por consequência o início da produção, não permitindo a obtenção de produções precoces e concentrando o período produtivo em determinados meses do ano, ocasionando redução dos preços pagos aos produtores em função da elevada oferta de produto no mercado (RESENDE et al., 2010).

No intuito de minimizar este problema de escassez de morangos em algumas épocas do ano, alguns pesquisadores tem realizado experimentos sobre produção de mudas, com o objetivo de antecipar o plantio comparado às mudas importadas do Chile e da Argentina, obtendo assim produções a partir de junho, porém permanecendo uma falta de frutas nos cinco primeiros meses do ano (COCCO et al., 2010; JANISCH et al., 2012; PICIO et al., 2014). A alternativa mais adequada para obter frutas durante todo o ano é a manutenção das plantas a campo por dois ciclos consecutivos, propiciando duas safras com a mesma muda. Esta é uma tecnologia recente que está sendo utilizada por alguns produtores com o objetivo de reduzir custos, já que o produtor não necessita realizar o plantio de novas mudas a cada ano, além de utilizar o *mulching* plástico por mais tempo, economizando mão de obra e outros gastos que teria, caso tivesse que implantar uma nova área de produção. Entretanto, a principal vantagem é a possibilidade de produzir frutas durante todo o ano, incluindo os cinco primeiros meses, em que existe escassez de frutas mesmo produzindo as próprias mudas e plantando precocemente (TEIXEIRA et al., 2013; ANTUNES et al., 2014a; BRUGNARA et al., 2014).

Existem poucos estudos no Brasil sobre a produção de frutas durante dois ciclos consecutivos, sendo a poda das plantas no final do primeiro ciclo, um dos temas principais que devem ser abordados, a fim de conhecer seu efeito na qualidade e produtividade das frutas de morangueiro no segundo ciclo produtivo. Existem contradições na literatura quanto à necessidade de realizar a poda, além de incerteza sobre a data correta em que deve ser feita. Antunes et al. (2014a) e Brugnara et al. (2014) não relatam a realização de poda das plantas ao final do primeiro ciclo. Por outro lado, Teixeira et al. (2013), realizaram poda drástica no dia 21 de abril, mantendo apenas algumas folhas para melhorar o desenvolvimento das plantas. Entretanto, devido a esta data de poda tardia, as plantas retomaram a produção apenas em agosto, não havendo frutas em meses anteriores nos quais o

morango é bastante valorizado, mostrando a necessidade de estudos para definir a melhor data de poda.

Independente da data em que a poda é realizada, as plantas produzem menor quantidade de frutas no outono e início do inverno do segundo ciclo devido à diminuição na atividade fisiológica da planta. Esta fase, também conhecida como dormência, inicia no final do verão ou início do outono quando a atividade fisiológica da planta vai diminuindo, em consequência da redução do fotoperíodo e temperatura, até chegar a um estado de dormência ou semi dormência, dependendo da região (BOSC, 2013).

Com relação ao balanço entre fornecimento e demanda de carboidratos, as folhas podem servir como fonte ou dreno, dependendo da idade da folha e do momento que a poda é realizada (LYU et al., 2014). De acordo com Acuña-Maldonado e Pritts (2008), ao final do período de produção, anteriormente à fase de dormência, as plantas acumulam carboidratos e nitrogênio em órgãos de armazenamento como as coroas e raízes, utilizando estas reservas para sustentar o crescimento das plantas após a dormência. No entanto, a realização precoce de poda das plantas, impede a remobilização dos carboidratos e do nitrogênio das folhas para os órgãos de armazenamento. Segundo Lyu et al. (2014), as folhas velhas (com mais de 45 dias) ainda são fotossinteticamente ativas e fornecem grandes quantidades de carboidratos.

No morangueiro realiza-se a retirada parcial ou total de folhas principalmente com o intuito de diminuir o inóculo de doenças foliares devido à retirada de material infectado da lavoura, além de proporcionar melhores condições às plantas, como maior ventilação e exposição à luz (DAUGAARD et al., 2003). Adicionalmente, a remoção de folhas velhas estimula a fotossíntese e o crescimento de folhas novas, proporcionando renovação das plantas (IQBAL et al., 2012). No entanto, a desfolha afeta o crescimento das plantas, produção e qualidade de frutas. Em estudo realizado a fim de avaliar a influência da intensidade de desfolha na produção e crescimento de morangueiro, no qual foram eliminadas 33% e 67% de folhas, observou-se menor crescimento das plantas e produção de frutas comparativamente ao tratamento sem desfolha, principalmente devido à diminuição da taxa fotossintética nas plantas em que as folhas foram removidas (CASIERRA-POSADA et al., 2012; CASIERRA-POSADA et al., 2013). Estes autores verificaram redução de 24% e 49% na produção de frutas de plantas sob 33% e 67% de desfolha,

respectivamente. Yen et al. (2006) afirmam que a presença de dez folhas por planta é suficiente para manter boa produção e frutas de qualidade, no entanto, Casierra-Posada et al. (2012) relatam que o aumento deste número de folhas por planta proporciona incremento na produção e tamanho das frutas, desde que as plantas estejam bem cuidadas com folhas saudáveis e funcionais.

Segundo Casierra-Posada et al. (2013), a remoção de 33% e 67% de folhas ocasiona redução de 14% e 31% de massa média de fruta, respectivamente, comparativamente às plantas sem desfolha. Além disso, estes autores constataram diminuição do teor de sólidos solúveis e da relação SS/AT em plantas sob desfolha, devido à grande influência da relação entre número de folhas e frutas, alegando que a doçura das frutas é resultante da translocação de fotoassimilados oriundos das folhas.

O sistema radicular é fortemente afetado pela retirada de folhas, ocorrendo paralisação de seu crescimento poucas horas após a remoção de 40% de área foliar, além de drástica redução da fotossíntese e da transpiração. A respiração radicular sob estas condições é rapidamente reduzida, porém a magnitude desta redução é menor nas raízes do que na parte aérea das plantas. Adicionalmente, ocorre redução da absorção de nutrientes após a retirada de folhas (CASIERRA-POSADA et al., 2012), principalmente de nitrogênio, pois este nutriente é predominantemente absorvido por fluxo de massa, no qual depende da transpiração realizada pelas folhas (CHENG; FUCHIGAMI, 2002). Lyu et al. (2014) não observaram crescimento radicular após dez dias da realização da desfolha, enquanto que no tratamento sem desfolha houve acréscimo de 50% do sistema radicular neste mesmo período.

2.5 Plasticultura

Com a introdução da plasticultura na produção agrícola, o morangueiro passou a ser cultivado com algum tipo de proteção plástica, seja em túneis baixos, altos ou casas plásticas. Grande parte dos agricultores tem preferência pela utilização de túneis baixos para a cultura do morangueiro em comparação a outras estruturas de maior porte, devido ao menor custo de implantação e a possibilidade de rotação das áreas de cultivo, fator importante para evitar maiores problemas com doenças (STRASSBURGER et al., 2009).

O uso de cobertura plástica é comum em áreas que apresentam possibilidade de causar algum dano às frutas devido a fatores climáticos. As frutas podem apresentar descolorações sob temperaturas menores que 5°C (ULRICH et al., 1992), a frutificação é afetada negativamente com temperaturas abaixo de 10°C e flores e frutas são danificadas sob temperaturas próximas a 0°C (HANCOCK, 1999). O uso de túnel baixo, alto ou casa de vegetação proporciona aumento da temperatura, reduzindo estes danos causados por baixas temperaturas. Além disso, a cobertura plástica propicia aumento de produtividade e frutas de melhor qualidade (RESENDE et al., 2010; ROSSI, 2014).

O túnel baixo é geralmente utilizado em locais onde ocorre maior volume de chuvas durante o período de produção de frutas, como é o caso da região Sul do Brasil (OLIVEIRA et al., 2011; SCHMITT et al., 2012), já em Minas Gerais nem todos os produtores utilizam esta técnica de cultivo devido a ocorrência de precipitação ser menor nesse Estado durante o ciclo produtivo (CASTRO et al., 2003; YURI et al., 2012). Plantas de morangueiro sob túnel baixo podem produzir aproximadamente 15 t ha⁻¹ a mais do que plantas a campo aberto. A menor produtividade observada em cultivos sem túnel baixo em locais com elevada precipitação durante a época de produção de frutas, deve-se principalmente, ao molhamento da parte aérea, que além de contribuir para o desenvolvimento de doenças fúngicas, propicia a lavagem do pólen das inflorescências, reduzindo a taxa de fertilidade (DUARTE FILHO et al., 2007; RESENDE et al., 2010).

O túnel baixo transparente vem sendo utilizado há vários anos com sucesso na cultura do morangueiro, com amplo conhecimento do comportamento das plantas sob esse tipo de plástico (RESENDE et al., 2010; VIGNOLO et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2011; SCHMITT et al., 2012), porém existe outro tipo de plástico, conhecido como leitoso ou opaco, que tem a função de diminuir a temperatura do ar nas épocas mais quentes do ano. Entretanto, este tipo de plástico reduz a radiação incidente nas folhas, podendo ser constatada diminuição de produção comparado ao uso do plástico transparente (REISSER JÚNIOR et al., 2011; BRUGNARA et al., 2014). Porém, esta diminuição da produção não ocorre para todas as cultivares, pois segundo Brugnara et al. (2014) as cultivares Monterey, Aromas e San Andreas não foram influenciadas pelo uso do túnel leitoso, havendo diferença significativa apenas para 'Portola'. Além disso, vale ressaltar que nos trabalhos citados, o túnel leitoso foi usado em todo o ciclo, entretanto Brugnara et al. (2014) recomendam em estudos

posteriores o uso deste tipo de plástico apenas no verão, de forma a não comprometer o crescimento das plantas pela falta de luz em épocas de menor radiação solar incidente.

O crescimento e desenvolvimento normal das culturas só ocorrem quando a quantidade de radiação recebida for superior ao limite trófico. Para a maioria das hortaliças, esse nível é de aproximadamente $8,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, considerado como nível em que a planta produz o mínimo de fotoassimilados necessários à sua manutenção (ANDRIOLO, 2000). Na medida em que se aproxima do inverno, os valores médios da radiação solar global para diferentes locais do Estado do Rio Grande do Sul mostram que, em muitos destes, ocorrem valores inferiores ao limite trófico para as culturas agrícolas (BURIOL et al., 2000). Além disto, a disponibilidade da radiação solar no interior de ambientes protegidos é diminuída em relação ao ambiente externo, devido à reflexão e à absorção pelo material de cobertura. Nas diferentes regiões do Brasil, em geral, ocorre uma redução da radiação solar incidente no interior da cobertura plástica com relação ao meio externo, que varia entre 5 a 35% (MARTINS et al., 1999). Para Sentelhas et al. (1999) e Serrano et al. (2001), os processos de atenuação da radiação solar em ambientes protegidos dependem do tipo, espessura, nível de limpeza, condensação da água, assim como orientação e forma da cobertura, além da época do ano.

Apesar de poucos estudos serem relatados com o uso do plástico leitoso, encontra-se na literatura diversos trabalhos investigando a influência do sombreamento no crescimento das plantas, produção e qualidade de frutas de morangueiro (DEMIRSOY et al., 2007; COSTA et al., 2011; ROSA et al., 2014). No Brasil, tem crescido o uso de telas na agricultura com o objetivo de atenuar a densidade de fluxo de radiação solar, possibilitando o cultivo, principalmente de olerícolas, em épocas com alta disponibilidade energética. A caracterização da atenuação da radiação solar é importante, pois afeta os outros componentes do balanço de energia, como os fluxos de calor sensível e latente, além do processo fotossintético (PEZZOPANE et al., 2004). A radiação solar possui importância decisiva em todos os processos vitais das plantas, tais como a fotossíntese, transpiração, fotoperiodismo, crescimento dos tecidos e floração, entre outros (BECKMANN et al., 2006). Portanto, a escolha do material de cobertura do ambiente protegido é fator decisivo para a manutenção e desenvolvimento da cultura,

podendo alterar a radiação solar transmitida ao interior do ambiente, beneficiando as plantas de acordo com suas exigências (GUISELINI et al., 2004).

Segundo Demirsoy et al. (2007), telas com 50% de sombreamento reduzem significativamente a área foliar, número de frutas por planta, sólidos solúveis e produtividade de morangueiros. Esses autores justificam os resultados encontrados, baseando-se no fato de que as telas de sombreamento diminuem a intensidade luminosa sobre as plantas, proporcionando microclima de temperatura mais baixa, afetando seu metabolismo e desfavorecendo a formação de gemas florais. Rosa et al. (2014) constataram menor produção de frutas em plantas sob 50% de sombreamento do que a céu aberto. No entanto, Costa et al. (2011) testando telas com 40% de sombreamento, não observaram diferença na produção de frutas no tratamento sem tela com relação às plantas sob tela vermelha e metálica. Entretanto, os estudos realizados por Rosa et al. (2014) e Costa et al. (2011) foram finalizados em novembro e dezembro, respectivamente, não sendo realizadas avaliações nos meses mais quentes e de maiores radiações do ano, nos quais são esperados maiores benefícios ao realizar o sombreamento das plantas.

As telas de sombreamento, assim como os plásticos leitosos, podem trazer benefícios, reduzindo os efeitos das adversidades climáticas sobre planta e frutas. No entanto, a interferência exercida sobre a radiação que atinge a cultura pode provocar redução na produtividade e problemas com o desenvolvimento de doenças. Utilizando materiais que proporcionam 40% de sombreamento, a radiação fotossintética ativa pode diminuir de 1400 para 800 mol m⁻² s⁻¹ em um dia ensolarado e de 300 para 150 mol m⁻² s⁻¹ em um dia nublado. Tal situação aponta a necessidade da realização de estudos buscando avaliar o desempenho de diversas cultivares submetidas a diferentes níveis de sombreamento, bem como estudos com relação às condições climáticas de cada região e sua interferência na produção de morangos, a fim de utilizar materiais para sombrear as plantas somente em épocas e locais em que realmente existe necessidade de diminuir a temperatura e radiação incidente (ROSA et al., 2014).

Assim como a produtividade, a qualidade das frutas também pode ser influenciada pelo sombreamento das plantas. Segundo Anttonen et al. (2006), as plantas cultivadas sem sombreamento produzem frutas com maior teor de antocianinas do que plantas sob 30% de sombreamento. Brugnara et al. (2014) observaram frutas com menores teores de sólidos solúveis totais sob túnel leitoso

em comparação ao transparente, provavelmente devido à menor quantidade de radiação que atinge as folhas, reduzindo a fotossíntese líquida.

Uma das práticas culturais mais importantes para a cultura do morangueiro é a utilização de cobertura do solo, que consiste na aplicação de qualquer cobertura na superfície do solo que forme uma barreira física à transferência de energia e vapor d'água entre o solo e a atmosfera (STRASSBURGER et al., 2009). O *mulching* é a tecnologia usada para a cobertura de canteiros de morangueiro com a finalidade de proteger o solo, manter a umidade, melhorar o aproveitamento de fertilizantes e qualidade do solo, reduzir a infestação de plantas daninhas e evitar o contato direto do morango com o solo (UENO, 2014).

Diversos materiais vegetais podem ser utilizados para a cobertura do solo, como a casca de arroz, acícula de Pinus, palha de milho triturada, entre outros, porém a cobertura plástica proporciona maior produtividade às plantas de morangueiro do que estes materiais citados (MATHAD; JHOLGIKER, 2005; VAITATI; SALLES, 2010). Estes autores relatam que as plantas cultivadas em *mulching* plástico, apresentam frutas maiores e com menor quantidade de danos por serem beneficiadas pela manutenção da umidade do solo, além de melhor controle de plantas daninhas, pragas e doenças. Segundo ZHANG et al. (2012), o uso de *mulching* plástico além de elevar a temperatura do solo e aumentar a disponibilidade de água, eleva a mineralização de nitrogênio e reduz a lixiviação de nutrientes.

O aquecimento da superfície do solo pela radiação solar e o transporte via condução do calor sensível ao seu interior determinam o regime térmico de um solo. Durante a noite ocorre perda de calor da superfície em decorrência da radiação terrestre (emissão de ondas longas) e a não incidência da radiação solar. Com isso há uma inversão do fluxo de calor, ou seja, o calor armazenado no solo durante o dia retorna em direção à atmosfera a noite. O tipo de cobertura do solo é um fator microclimático intrínseco determinante da temperatura deste. Em dias com alta irradiância podem ocorrer grandes variações térmicas, principalmente na camada superficial de solos desnudos. Coberturas interceptam a radiação solar antes que esta venha atingir o solo modificando o balanço energético, minimizando bastante o regime térmico (PEREIRA et al., 2002).

O plástico de cor preta é o mais comumente usado (SCHMITT et al., 2012; PEREIRA et al., 2013), porém diversos autores estudaram a influência da cor da cobertura plástica do solo no desenvolvimento e produtividade de plantas de

morangueiro, podendo ser utilizados plásticos de cor branca, prata, vermelha, verde, azul, além do plástico transparente (MOHAMED, 2002; MATHAD; JHOLGIKER, 2005; MEDINA et al., 2009; CASIERRA-POSADA et al., 2011; YURI et al., 2012).

As radiações solares e terrestres são absorvidas, refletidas, e transmitidas em proporções diferentes de acordo com as propriedades ópticas de uma superfície. O grau de aquecimento da superfície, nesse caso o solo, depende em parte, do grau de contato entre plástico e o solo, no qual observam-se maiores temperaturas quando o plástico encontra-se intimamente ligado ao solo. A escolha do plástico deve ser guiada pelos efeitos desejados acima e abaixo da superfície do solo. Em regiões de climas quentes, a exposição do solo por longos períodos de aquecimento sob um plástico preto pode ser indesejável, sendo indicados os plásticos brancos e pratas, uma vez que são mais reflexíveis (TARARA, 2000).

A temperatura na superfície do plástico é influenciada por sua coloração, consequentemente ocorrem alterações na temperatura do solo. O plástico branco proporciona menor temperatura do solo, porque reflete 85% da radiação solar e somente 1 a 2% da radiação é transmitida para o solo (OCHMIAN et al., 2007). Já o plástico preto absorve praticamente toda radiação solar causando as maiores temperaturas do solo comparado com outras cores. Esta radiação é transformada em energia térmica, sendo a maior parte transferida para o solo por condução e o restante transmitida para a atmosfera por convecção (MEDINA et al., 2009).

A temperatura do solo abaixo do plástico preto durante o verão pode chegar a 50°C, já em plásticos que refletem mais a radiação, como os de cor branca e prata, esta temperatura decresce para 30°C (ATKINSON et al., 2006). Nas épocas mais quentes do ano, folhas e frutas podem queimar ao entrarem em contato com o plástico preto (FREEMAN; GNAYEM, 2005). Por outro lado, a temperatura do ar é pouco influenciada pela cor do *mulching* plástico, decrescendo 1°C e 2°C no plástico branco e prata, respectivamente, comparado ao preto (REISSER JÚNIOR et al., 2011).

Mohamed (2002), comparando quatro tipos de *mulching* plástico, observou que o plástico prata proporciona maior produção precoce e total do que o preto, o transparente e o solo descoberto. O autor relata que o plástico prata propicia aquecimento do solo semelhante ao transparente com a vantagem de controlar plantas daninhas como o plástico preto. Além disso, observa-se menor atividade de ácaros nesta coloração. De acordo com Rossi (2014), a utilização de *mulching*

branco aumenta a produtividade tanto em túnel alto como em baixo. A utilização desta tecnologia elevou a produtividade em 11,71 t ha⁻¹ em ambiente de túnel alto e 12,54 t ha⁻¹ em túnel baixo.

De acordo com Atkinson et al. (2006), plásticos que refletem maior quantidade de radiação, proporcionam maior produção de frutas, além de frutas de melhor qualidade, quando comparado ao plástico preto. Já Casierra-Posada et al. (2011), estudando diversas cores de *mulching* plástico, concluíram que o plástico prata prejudicou as plantas de morangueiro, sendo inferior às demais cores em todas as variáveis testadas, provavelmente devido ao excesso de radiação UV refletida, já que as plantas tiveram suas folhas queimadas nesse tratamento. Vale ressaltar que este estudo foi realizado na Colômbia que apresenta altos índices de radiação. Plásticos que refletem grande quantidade de radiação, como o branco e prata, são comumente usados no norte da Europa durante o inverno, quando a intensidade de luz é muito baixa (FREEMAN; GNAYEM, 2005).

A qualidade das frutas também pode ser influenciada pela cor da cobertura plástica do solo. O *mulching* branco proporciona maior teor de sólidos solúveis do que o *mulching* preto, devido à maior refletividade da radiação e consequentemente maior atividade fotossintética (NESTBY et al., 2007). Segundo Anttonen et al. (2006), as plantas cultivadas sobre o plástico branco apresentam frutas com maior quantidade de compostos fenólicos, ácido elágico e atividade antioxidante do que com plástico escuro.

2.6 Qualidade das frutas

O morango é amplamente apreciado pelos consumidores, devido seu sabor e aroma, sendo largamente consumido tanto na forma *in natura* quanto processada. É rico em fibras, vitamina C e compostos fenólicos, com destaque para os ácidos fenólicos e as antocianinas (CEREZO et al., 2010; SEVERO et al., 2011; AABY et al., 2012), as quais vêm sendo fortemente associadas a atividade antioxidante e, consequentemente, a contribuição dessa fruta na prevenção de diversas doenças (GIAMPIERI et al., 2012).

O morango é classificado como uma fruta não climatérica, com elevada atividade respiratória, o que compromete a conservabilidade após a colheita (CHITARRA; CHITARRA, 2005; PONCE-VALADEZ et al., 2009). As propriedades

químicas e físicas de um produto agrícola são influenciadas por diversos fatores como a cultivar, tipo de solo, clima e o sistema de produção (CAMARGO et al., 2009). O processo metabólico de maturação proporciona uma série de alterações nas frutas. Tais transformações, que são físicas, químicas e bioquímicas, refletem nos atributos de qualidade dos produtos hortícolas. Na etapa final da maturação, ocorre o aprimoramento das características sensoriais da fruta, como sabor e aroma específico em função do aumento de açúcares e a redução na acidez da fruta (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A doçura das frutas pode ser mensurada através da quantificação do conteúdo de sólidos solúveis por refratometria (°Brix), pois as frutas são constituídas em sua maior parte por açúcares, principalmente sacarose, frutose e glicose, os quais representam mais de 99% do total de açúcares presentes na fruta madura (CHITARRA; CHITARRA, 2005). O morango é uma fruta no qual os sólidos solúveis aumentam continuamente durante o processo de maturação, passando de 6,6 °Brix de sólidos solúveis em frutas verdes para 9 °Brix em morangos maduros (ORNELAS-PAZ et al., 2013).

O teor de sólidos solúveis encontrado na literatura possui uma ampla faixa, variando de 5,4 a 9,8 °Brix, principalmente devido às diferenças genéticas de cada cultivar (ANTUNES et al., 2010; MASNY; ZURAWICZ, 2010; COPETTI, 2010; CAMARGO et al., 2011; CECATTO et al., 2013; LEMISKA et al., 2014). Além das cultivares, o período do ano em que realiza-se a colheita influencia fortemente o teor de sólidos solúveis do morango. Copetti (2010), avaliando as cultivares Albion e Aromas, observaram variação no °Brix das frutas durante os meses de setembro, outubro e novembro.

A acidez é comumente mensurada por titulometria e através desse método todos os grupamentos de ácidos orgânicos livres são quantificados. A acidez diminui com o amadurecimento na maioria das frutas devido à utilização destes ácidos orgânicos no ciclo de Krebs ou sua transformação em açúcares durante o processo respiratório (LUCENA, 2006). O ácido de maior concentração no morango maduro é o ácido cítrico, embora também se verifiquem quantidades consideráveis de ácido málico e em menor proporção, de ácido isocítrico, succínico, oxalacético, glicérico e glicólico (AZEVEDO, 2007). A acidez titulável do morango encontrada na literatura varia de acordo com a cultivar, sistema de cultivo e condições meteorológicas vigentes no ano produtivo. A faixa relatada por diversos autores para este parâmetro

foi de 0,48 a 1,12% (ANTUNES et al., 2010; CAMARGO et al., 2011; CECATTO et al., 2013; LEMISKA et al., 2014).

A relação entre o teor de sólidos solúveis e acidez titulável (SS/AT) é uma das formas mais utilizadas para a avaliação do sabor, sendo mais representativa que as medidas isoladas dos teores de açúcares ou de acidez, demonstrando o equilíbrio entre esses dois componentes. Em morango o teor de sólidos solúveis mínimo recomendado é de 7 °Brix, a acidez titulável máxima de 0,8% de ácido cítrico e relação SS/AT acima de 8,75 (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O consumidor está cada vez mais preocupado em não somente satisfazer às suas necessidade básicas (nutricionais), como também tem optado por práticas alimentares mais sustentáveis e saudáveis que possam, entre outros benefícios, diminuir o risco de doenças crônicas não transmissíveis, como obesidade, câncer, osteoporose, dislipidemias e as condições associadas à síndrome metabólica (COSTA; ROSA, 2010).

Todas as frutas, além dos nutrientes essenciais como vitaminas, fibras e minerais, também possuem compostos do metabolismo secundário das plantas. Os metabólitos secundários são substâncias produzidas pelas plantas como forma de resposta a agressões ou estresses sofridos. Isso pode ser representado pela presença de predadores, exposição excessiva aos raios solares, estresse hídrico, entre outros agentes agressores. Também não se pode deixar de mencionar a influência de fatores genéticos (ATKINSON et al., 2006; KEUTGEN; PAWELZIK, 2007).

Dentre os vegetais ricos em compostos bioativos, as frutas vermelhas estão entre as fontes mais importantes para a dieta humana, contribuindo principalmente com compostos fenólicos, como os ácidos fenólicos, taninos, flavonóis e antocianinas (BORGES et al., 2010). Resultados de diversas pesquisas científicas mostram que o consumo de morango contribui para a atividade antioxidante, com ação anti-inflamatória, anticarcinogênica e antineurodegenerativa. Tais estudos demonstram que as substancias relacionadas a essas propriedades são o ácido ascórbico e os compostos fenólicos, dentre eles as antocianinas (JOSUTTIS et al., 2012; GIAMPIERI et al., 2012).

Dentre os compostos fenólicos, os flavonoides têm uma expressiva presença na natureza. A eles é atribuída a responsabilidade pela proteção contra a radiação ultravioleta, protegendo os tecidos contra os danos causados, principalmente, pela

radiação UV-B (ZUANAZZI; MONTANHA, 2010). Segundo Atkinson et al. (2006), os compostos fenólicos apresentam concentrações consideráveis no morango e a sua produção sofre influência significativa da radiação fotossinteticamente ativa, visto que *mulchings* plásticos com alta refletividade aumentam as concentrações desses compostos nas frutas.

As antocianinas são pigmentos solúveis em água que têm despertado grande interesse da indústria alimentícia, com o intuito de utilizá-los como substitutos aos corantes sintéticos os quais podem ser altamente tóxicos à saúde humana. Outro aspecto que confere grande interesse no estudo das antocianinas é a capacidade antioxidante, a qual é responsável pela prevenção de diversas patologias, como câncer e doenças cardíacas, ambas relacionadas ao estresse oxidativo (CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009; VALLS et al., 2009; BUENO et al., 2012).

As antocianinas tem a função de proteger as plantas frente às radiações solares e são compostos naturais capazes de agir como potentes antioxidantes, os quais estão presentes em concentrações elevadas no morango, o que contribui significativamente para a atividade antioxidante desta fruta (MEYERS et al., 2003; CAPOCASA et al., 2008). Várias pesquisas correlacionam o potencial antioxidante do morango com as antocianinas presentes nas frutas (HEO; LEE, 2005; KLOPOTEK et al., 2005; KEUTGEN; PAWELZIK, 2007).

Em morangos, as antocianinas são os flavonoides mais abundantes. São as antocianinas que conferem a coloração atraente do morango quando maduro, desta forma, a quantidade de antocianinas é importante para a avaliação da maturidade dos morangos. As principais antocianinas encontradas no morango são a pelargonidina-3-glicosídeo, cianidina-3-glicosídeo e pelargonidina-3-rutinosídeo, sendo a pelargonidina-3-glicosídeo a antocianina presente em maior quantidade (CORDENUNSI et al., 2005). Diversos fatores influenciam o teor de compostos antociânicos nas plantas, tais como as diferentes cultivares, nutrição da planta, clima e grau de maturação das frutas (ANTTONEN et al., 2006; MONTEALEGRE et al., 2006).

Os teores de antocianinas totais presentes nas frutas de morango, apresentam grandes variações de acordo com os dados disponíveis na literatura. Segundo Buendia et al. (2010), avaliando a composição química de compostos fenólicos em 15 cultivares, constataram teores de antocianinas entre 20,2 e 47,4 mg

100 g⁻¹ de fruta fresca, obtendo menor variação que Aaby et al. (2012), em que foram detectados valores de 11,3 a 65,9 mg 100 g⁻¹ de fruta fresca.

2.7 Referências

AABY, K.; MAZUR, S.; NES, A.; SKREDE, G. Phenolic compounds in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits: Composition in 27 cultivars and changes during ripening. **Food Chemistry**, v. 132, n. 1, p. 86-97, 2012.

ACUÑA-MALDONADO, L. E.; PRITTS, M. P. Carbon and nitrogen reserves in perennial strawberry affect plant growth and yield. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 133, n. 6, p. 735–742, 2008.

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

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, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: UFSM, p. 41-50, 2007.

ANTTONEN, M. J.; HOPPULA, K. I.; NETBY, R.; VERHEUL, J. M.; KARJALAINEN, R. O. Influence of fertilization, mulch color, early forcing, fruit order, planting date, shading, growing environment, and genotype on the contents of selected phenolics in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 2614–2620, 2006.

ANTUNES, L. E. C.; REISSER JÚNIOR, C. Produção de morangos. **Jornal da Fruta**, v. 15, n. 191, p. 22-24, 2007.

ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, J.; CALEGARI, F. C.; COSTA, H.; REISSER JÚNIOR, C. Produção integrada de morango (PIMo) no Brasil. In: Mini-Cursos **Anais...** 20º Congresso brasileiro de fruticultura e 54th Annual meeting of the interamerican society of tropical horticulture. Vitória, cap. 11, p. 1-15, 2008.

ANTUNES, L. E. C.; RISTOW, N. C.; KROLOW, A. C. R.; CARPENEDO, S.; REISSER JÚNIOR, C. Yield and quality of strawberry cultivars. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 222-226, 2010.

ANTUNES, L. E. C.; PERES, N. A. Strawberry production in Brazil and South America. **International Journal of Fruit Science**, v. 13, n. 1-2, 2013.

ANTUNES, M. C.; CUQUEL, F. L.; ZAWADNEAK, M. A. C.; MOGOR, A. F.; RESENDE, J. T. V. Postharvest quality of strawberry produced during two consecutive seasons. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p.168-173, 2014a.

ANTUNES, L. E. C.; VIGNOLO, G. K.; GONÇALVES, M. A. Morango mostra tendência de crescimento de mercado. **Campo & Negócios**, Uberlândia, p. 54-57, 2014b.

ATKINSON, C. J.; DODDS, P. A. A.; FORD, Y. Y.; MIE, J. L.; TAYLOR, J. M.; BLAKE, P. S.; PAUL. Effects of cultivar, fruit number and reflected photosynthetically active radiation on *Fragaria x ananassa* productivity and fruit ellagic acid and ascorbic acid concentrations. **Annals of Botany**, v. 97, p. 429–441, 2006.

AZEVEDO, S. M. C. **Estudo de taxas de respiração e de factores de qualidade na conservação de morango fresco (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. 2007. 225f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Consumo Alimentar). Universidade Aberta, Portugal.

BECKMANN, M. Z.; DUARTE, G.; BURCK, R.; PAULA, V. A. Radiação solar em ambiente protegido cultivado com tomateiro nas estações verão-outono do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p. 86-92, 2006.

BORGES, G.; DEGENEVE, A.; MULLEN, W.; CROZIER, A. Identification of flavonoid and phenolic antioxidants in black currants, blueberries, raspberries, red currants, and cranberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, p. 3901–3909, 2010.

BOSC, J. P. Effect of two diurnal temperatures during simulated natural chilling of 'Gariguette' strawberry. **Journal of Berry Research**, v. 3, n. 4, p. 213-216, 2013.

BRUGNARA, E. C.; COLLI, M. P.; VERONA, L. A. F.; SCHWENGHER, J. E.; ANTUNES, L. E. C. Desempenho do morangueiro sob filme de polietileno transparente e leitoso. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 27, n. 1, p. 66-70, 2014.

BUENDIA, B.; GIL, M. I.; TUDELA, J. A.; GADY, A. L.; MEDINA, J. J.; SORIA, C.; LOPEZ, J. M.; TOMAS-BARBERAN, F. A. HPLC-MS analysis of proanthocyanidin oligomers and other phenolics in 15 strawberry cultivars. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 58, n. 7, p. 3916-3926, 2010.

BUENO, J. M.; SÁEZ-PLAZA, P.; RAMOS-ESCUADERO, F.; JIMÉNEZ, A. M.; FETT, R.; ASUERO, A. G. Analysis and antioxidant capacity of anthocyanin pigments. Part II: Chemical structure, color, and intake of anthocyanins. **Critical Reviews in Analytical Chemistry**, v. 42, n. 2, p. 126-151, 2012.

BURIOL, G. A.; ESTEFANEL, V.; ANDRIOLO, J. L.; MATZENAUER, R.; TAZZO, I. F. Disponibilidade de radiação solar nos meses mais frios do ano para o cultivo do tomateiro no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 6, n. 1, p. 113-120, 2000.

CAMARGO, L. K. P.; RESENDE, J. T. V.; GALVÃO, A. G.; BAIER, J. E.; FARIA, M. V.; CAMARGO, C. K. Caracterização química de frutos de morangueiro cultivados em vasos sob sistemas de manejo orgânico e convencional. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, p. 993- 998, 2009.

CAMARGO, L. K. P.; RESENDE, J. T. V.; GALVÃO, A. G.; CAMARGO, C. K.; BAIER, J. E. Desempenho produtivo e massa média de frutos de morangueiro

obtidos de diferentes sistemas de cultivo. **Ambiência**, Guarapuava, v. 6, n. 2, p. 281-288, 2010.

CAMARGO, L. K.; RESENDE, J. T. V.; TOMINAGA, T. T.; KURCHAIT, S. M.; CAMARGO, C. K.; FIGUEIREDO, A. S. T. Postharvest quality of strawberry fruits produced in organic and conventional systems. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 577-583, 2011.

CAPOCASA, F.; SCALZO, J.; MEZZETTI, B.; MAURIZIO BATTINO, M. Combining quality and antioxidant attributes in the strawberry: The role of genotype. **Food Chemistry**, v. 111, p. 872-878, 2008.

CARLEN, C.; POTEL, A. M.; ANCAY, A. Photosynthetic response of strawberry leaves to changing temperatures. **Acta Horticulturae**, v. 838, p. 73-76, 2009.

CARPENEDO, S. **Produção e qualidade das frutas de diferentes cultivares de morangueiro**. 2010. 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

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

CASIERRA-POSADA, F.; FONSECA, E.; VAUGHAN, G. Fruit quality in strawberry (*Fragaria sp.*) grown on colored plastic mulch. **Agronomía Colombiana**, v. 29, n. 3, p. 407-413, 2011.

CASIERRA-POSADA, F.; TORRES, I. D.; RIASCOS-ORTIZ, D. H. Growth partially defoliated strawberry plants cultivated in the tropical highlands. **Revista Actualidad e Divulgación Científica**, v. 15, n. 2, p. 349-355, 2012.

CASIERRA-POSADA, F.; TORRES, I. D.; BLANKE, M. M. Fruit quality and yield in partially defoliated strawberry plants in the tropical highlands. **Gesunde Pflanzen**, v. 65, p. 107-112, 2013.

CASTAÑEDA-OVANDO, A.; PACHECO-HERNÁNDEZ, M. D. L.; PÁEZ-HERNÁNDEZ, M. E.; RODRÍGUEZ, J. A.; GALÁN-VIDAL, C. A. Chemical studies of anthocyanins: A review. **Food Chemistry**, v. 113, n. 4, p. 859-871, 2009.

CASTRO, R. L.; CASALI, V. W. D.; BARRELLA, T. P.; SANTOS, R. H. S.; CRUZ, C. D. Produtividade de cultivares de morangueiro em sistema de cultivo orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 227-230, 2003.

CECATTO, A. P.; CALVETE, E. O.; NIENOW, A. A.; COSTA, R. C.; MENDONÇA, H. F. C.; PAZZINATO, A. C. Culture systems in the production and quality of strawberry cultivars. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 35, n. 4, p. 471-478, 2013.

CEREZO, A. B.; CUEVAS, E.; WINTERHALTER, P.; GARCIA-PARRILLA, M. C.; TRONCOSO, A. M. Isolation, identification, and antioxidant activity of anthocyanin compounds in Camarosa strawberry. **Food Chemistry**, v. 123, p. 574–582, 2010.

CHENG, L.; FUCHIGAMI, L. H. CO₂ assimilation in relation to nitrogen in apple leaves. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 75, p. 383–387, 2000.

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

COCCO, C.; ANDRIOLO, J. L.; ERPEN, L.; CARDOSO, F. L.; CASAGRANDE, G. S. Development and fruit yield of strawberry plants as affected by crown diameter and plantlet growing period. **Pesquisa agropecuaria brasileira**, Brasília, v. 45, n. 7, p. 730-736, 2010.

CONVERSE, R. H. **Detection and elimination of virus and virus-like diseases in strawberry**. p. 2-10. In: Converse, R.H. (ed.). Virus diseases of small fruits. USDA/ARS Washington, DC, 1987.

COPETTI, C. **Atividade antioxidante in vitro e compostos fenólicos em morangos (Fragaria x ananassa Duch): influência da cultivar, sistema de cultivo e período de colheita**. 2010. 89f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

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

COSTA, N. M. B.; ROSA, C. O. B. **Alimentos Funcionais**. Rio de Janeiro: Ed. Rubio. 2010. 536 p.

COSTA, R. C.; CALVETE, E. O.; REGINATTO, F. H.; CECCHETTI, D.; LOSS, J. T.; RAMBO, A.; TESSARO, F. Telas de sombreamento na produção de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 98-102, 2011.

COSTA, R. C.; CALVETE, E. O.; MENDONÇA, H. F. C.; COSTA, L. A. Phenology and leaf accumulation in vernalized and non-vernalized strawberry seedlings in neutral-days. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 36, n. 1, p. 57-62, 2014.

DARROW, G. M. **The strawberry**: History, breeding and phisiology. New York: Holt, Rinehart and Wiston, 1966. 447 p.

DAUGAARD, H.; SORENSEN, L.; LOSCHENKOHL, B. Effect of plant spacing, nitrogen fertilisation, postharvest defoliation and finger harrowing in the control of *Botrytis cinerea* Pers. in strawberry. **European Journal of Horticultural Science**, v. 68, p. 77-82, 2003.

DEMIRSOY, L.; DEMIRSOY, H.; UZUM, S. The effects of different periods of shading on growth and yield in 'Sweet Charlie' strawberry. **European Journal of Horticultural Science**, Stuttgart, v. 72, n. 1, p. 26-31, 2007.

DIAS, M. S. C.; SILVA, J. J. C.; PACHECO, D. D.; RIOS S. A.; LANZA, F. E. Produção de morangos em regiões não tradicionais. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 24-33, 2007.

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

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

FACHINELLO, J. C.; PASA, M. D. S.; SCHMTIZ, J. D.; BETEMPS, D. L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 109-120, 2011.

FALCÃO, J. V.; LACERDA, M. P. C.; MENDES, I. D. C.; LEÃO, T. P.; DO CARMO, F. F. Qualidade do solo cultivado com morangueiro sob manejo convencional e orgânico. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, Goiânia, v. 43, n. 4, p. 450–459, 2013.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT: Agricultural Production/strawberry**. Disponível em: < <http://faostat.fao.org> >. Acessado em: 10 de novembro de 2014.

FERNANDEZ, G. E. Fall-applied row covers enhance yield in plasticulture strawberries. **HortTechnology**, v. 11, n. 3, p. 440-444, 2001.

FREEMAN, S.; GNAYEM, N. Use of plasticulture for strawberry plant production. **Small Fruits Review**, v. 4, p. 21-32, 2005.

GALLETA, G. J.; BRINGHURST, R. S. Strawberry management. In: GALLETA, G. J.; HIMELRICK, D. G. (Eds.). **Small Fruit Crop Management**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1990. ch. 3, p. 83-156.

GIAMPIERI, F.; TULIPANI, S.; ALVAREZ-SUAREZ, J. M.; QUILES, J. L.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. The strawberry: composition, nutritional quality, and impact on human health. **Nutrition**, v. 28, p. 9-19, 2012.

GIMENEZ, G. Desenvolvimento de novas cultivares de morangueiro. In: ANDRIOLO, J. L. **Seminário sobre o cultivo hidropônico do morangueiro**. Santa Maria, UFSM, 2007. p. 3-8.

GODOI, R. S. **Produtividade e qualidade do morangueiro em sistemas fechados de cultivo sem solo**. 2008. 39f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de Santa Maria, Santa Maria.

GUISELINI, C.; SENTELHAS, P. C.; OLIVEIRA, R. C. Uso de malhas de sombreamento em ambiente protegido II: efeito na radiação solar global e fotossinteticamente ativa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 12, n. 1, p. 19-26, 2004.

HANCOCK, J. F.; MAAS, J. L.; SHANKS, C. H.; BREEN, P. J.; LUBY, J. J. Strawberries (*Fragaria*). In: **Genetic resources of temperate fruit and nut crops**. J.N. Moore and J.R. Ballington (Eds.). International Society for Horticultural Science. Wageningen. p. 489-546. 1990.

HANCOCK, J. F. **Strawberries**. Wallingford: CABI, 1999. 237 p.

HASAN, S. M. Z.; AL-MADHAGI, I.; AHMAD, A.; YUSOFF, W. A. B. Effect of photoperiod on propagation of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **International Journal of Agricultural Technology and Productivity**, v. 1, n. 1, p. 12-15, 2014.

HEO, H. J.; LEE, C. Y. Strawberry and its anthocyanins reduce oxidative stress-induced apoptosis in PC12 cells. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 6, p. 1984-1989, 2005.

IQBAL, N.; MASOOD, A.; KHAN, N. A. Analyzing the significance of defoliation in growth, photosynthetic compensation and source sink relations. **Photosynthetica**, v. 50, p. 161-170, 2012.

JANISCH, D. I.; ANDRIOLO, J. L.; TOSO, V.; SANTOS, K. G. F.; SOUZA, J. M. Nitrogen for growth of stock plants and production of strawberry runner tips. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 3, p. 394-399, 2012.

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

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

KIRSCHBAUM, D. S. **Temperature and growth regulator effects on growth and development of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. Florida: University of Florida. 144 p, 1998.

KLOPOTEK, Y.; OTTO, K.; BOHM, V. Processing strawberries to different products alters contents of vitamin C, total phenolics, total anthocyanins, and antioxidant capacity. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, p. 5640-5646, 2005.

KOEHLER, G.; WILSON, R. C.; GOODPASTER, J. V.; SONSTEBY, A.; LAI, X.; WITZMANN, F. A. Proteomic study of low-temperature responses in strawberry cultivars (*Fragaria x ananassa*) that differ in cold tolerance. **Plant Physiology**, v. 159, p. 1787-1805, 2012.

LAZZAROTTO, J. J.; FIORAVANÇO, J. C. Estudo de caso da eficiência econômica e viabilidade financeira da produção de morango em sistema semi-hidropônico. **Circular Técnica 88 Embrapa**, Bento Gonçalves, 2011.

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

LEDESMA, N.; SUGIYAMA, N. Pollen quality and performance in strawberry plants exposed to high-temperature stress. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 130, n. 3, p. 341-347, 2005.

LEMISKA, A.; PAULETTI, V.; CUQUEL, F. L.; CASSILHA ZAWADNEAK, M. A. Produção e qualidade da fruta do morangueiro sob influência da aplicação de boro. **Ciência Rural**, v. 44, n. 4, p. 622-628, 2014.

LYU, C.; YANG, W.; LI, K. Partial defoliation and runner removal affect runnering, fruiting, leaf photosynthesis and root growth in 'Toyonoka' strawberries for subtropical winter production. **Horticulture, Environment and Biotechnology**, v. 55, n. 5, p. 372-379, 2014.

LUCENA, E. M. P. de. **Desenvolvimento e maturidade fisiológica de manga "Tommy Atkins" no vale do São Francisco**. 2006. 152f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

LUNATI, F. Le fragole italiane in cerca di un posto al solo. **Frutticoltura**, Bologna, v. 68, n. 4, p. 9-10, 2006.

MADAIL, J. C. M. IV Simpósio Nacional do Morango, IV Encontro de Pequenas Frutas e Frutas Nativas do Mercosul. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/eventos/2008/>. Acesso em: 11/06/2014.

MASNY, A.; ZURAWICZ, E. Productive value of new foreign strawberry cultivars evaluated in 2007-2010. **Journal of Fruit and Ornamental Plant Research**, v. 18, p. 273-282, 2010.

MÁRQUEZ, J. A. **The geographical setting of strawberry fields**. In: Junta de Andalucía (ed). *The Strawberry Crop at Huelva*. p. 47-100, 2008.

MARTINS, S. R.; FERNANDES, H. S.; ASSIS, F. N.; MENDEZ, M. E. G. Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência brasileira. **Informe Agropecuário**, v. 20, n. 200, p. 15-23, 1999.

MARTINS, D. S. **Produção e qualidade de frutas de diferentes cultivares de morangueiro em sistema de produção de base ecológica**. 2010. 81f. Dissertação (Mestrado em Sistemas de Produção Agrícola Familiar). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

MATHAD, J. C.; JHOLGIKER, P. Effect of synthetic and organic mulches in improving growth, yield and quality of strawberry under subtropical ecosystem. **Acta Horticulturae**, v. 696, p. 323-326, 2005.

MEDINA, Y.; GOSSELIN, A.; DESJARDINS, Y.; HARNOIS, R. Effect of plastic mulches on microclimate conditions, growth and yields of strawberry plants grown under high tunnels in northern canadian climate. **Acta Horticulturae**, v. 842, p. 139-142, 2009.

MEYERS, K. J.; WATKINS, C. B.; PRITTS, M. P.; LIU, R. H. Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 6887-6892, 2003.

MIRANDA, F. R.; SILVA, V. B.; SANTOS, F. S. R.; ROSSETTI, A. G.; SILVA, F. B. S. Production of strawberry cultivars in closed hydroponic systems and coconut fibre substrate. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 4, p. 833-841, 2014.

MENDONÇA, H. F. C.; CALVETE, E. O.; NIENOW, A. A.; COSTA, R. C.; ZERBIELLI, L.; BONAFÉ, M. Estimativa do filocrono de morangueiro em sistemas consorciado e solteiro em ambientes protegidos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 15-23, 2012.

MOHAMED, F. H. Effect of transplant defoliation and mulch color on the performance of three strawberry cultivars grown under high tunnel. **Acta Horticulturae**, v. 567, p. 483-485, 2002.

MONTEALEGRE, R. R.; PECES, R. R.; VOZMEDIANO, J. L. C.; GASCUEÑA, J. M.; ROMERO, E. G. Phenolic compounds in skins and seeds of ten grape *Vitis vinifera* varieties grown in a warm climate. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 19, n. 6-7, p. 687- 693, 2006.

OCHMIAN, I.; GRAJKOWSKI, J.; KIRCHHOF, R. Wpływ mulczowania gleby na plonowanie oraz jakość owoców truskawki odmiany 'Filon'. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu*. **Ogrodnictwo**, v. 41, n. 383, p. 357-362, 2007.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B.; ROCHA, P. S. G. R. Produção de cultivares de morango, utilizando túnel baixo em Pelotas. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n. 5, p. 625-631, 2011.

ORNELAS-PAZ, J. D.; YAHIA, E. M.; RAMIREZ-BUSTAMANTE, N.; PEREZ-MARTINEZ, J. D.; ESCALANTE-MINAKATA, M. D. Physical attributes and chemical composition of organic strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duch, cv. Albion) at six stages of ripening. **Food Chemistry**, v. 138, n. 372-381, 2013.

PALENCIA, P.; MARTÍNEZ, F.; MEDINA, J. J.; MEDINA, J. L. Strawberry yield efficiency and its correlation with temperature and solar radiation. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 93-99, 2013.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

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

PEZZOPANE, J. E. M.; OLIVEIRA, P. C.; REIS, E. E.; LIMA, J. S. Alterações microclimáticas causadas pela uso de tela plástica. **Engenharia Agrícola**, Joticabal, v. 24, n. 1. p. 9-15, 2004.

PICIO, M. D.; ANDRIOLO, J. L.; CARDOSO, F. L.; LERNER, M. A.; SOUZA, J. M. Defoliation of strawberry mother plants for the production of runner tips. **Pesquisa agropecuaria brasileira**, Brasília, v. 49, n. 7, p. 515-520, 2014.

PONCE-VALADEZ, M.; FELLMAN, S. M.; GIOVANNONI, J.; GAN, S.; WATKINS, C. B. Differential fruit gene expression in two strawberry cultivars in response to elevated CO₂ during storage revealed by a heterologous fruit microarray approach. **Postharvest Biology and Technology**, v. 51, n. 2, p. 131-140, 2009.

PREVEDELLO, C. L. **Física do solo com problemas resolvidos**. Curitiba: Salesward-Discovery, 1996. 446 p.

REISSER JÚNIOR, C.; ANTUNES, L. E. C.; STEINMETZ, S.; ALMEIDA, I. R.; RADIN, B. **Variações da temperatura do ar e do solo sob a influência de filmes plásticos de diferentes cores na produção do morangueiro**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. 12 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 260).

REISSER JÚNIOR, C.; ANTUNES, L. E. C. Tendência: produção de morangos fora do solo. **Campo & Negócios**, n. 115, p. 55-57, 2014.

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

ROSA, D. D.; SILVA, D. F.; VILLA, F.; BUENO, T. F.; CORBAR, F.; LUCIN, J. Qualidade de frutos de morangueiro sob diferentes condições de sombreamento e tipo de mulching no oeste do Paraná. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 13, n. 2, p. 126-132, 2014.

ROSSI, D. A. **Estabilidade fenotípica e avaliações fisiológicas de cultivares de morangueiro *Fragaria x ananassa* Duch. em diferentes ambientes de cultivo**. 2014. 69f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas). Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Rio de Janeiro,

RUELLAND, E.; VAULTIER, M. N.; ZACHOWSKI, A.; HURRY, V. Cold signaling and cold acclimation in plants. **Advances in Botanical Research**, v. 49, p. 36-150, 2009.

SCHMITT, O. J.; ANDRIOLO, J. L.; TOSO, V.; JANISCH, D. I.; PICIO, M. D.; LERNER, M. A. Frigoconservação das pontas de estolões na produção de muda com torrão e frutas de morangueiro. **Ciência Rural**, v. 42, n. 6, p. 955–961, 2012.

SENTELHAS, P. C.; BORSATTO, R. S.; MINAMI, K. Transmissividade da radiação solar em estufas cobertas com filmes de PVC azul e transparente. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**. Santa Maria, v. 7, n. 2, p. 157-162, 1999.

SERRANO, T. D.; GUZMÁN, E. E.; RECIO, A. F.; GARCIA, J. C. J.; GÁLVEZ, J. L.; CANO, A. S. **Los filmes plásticos en la producción agrícola**. Madrid: Mundi-Prensa, 2001. 320 p.

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

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).

STRAND, L. L. Strawberry growth and development. In: Integrated pest management for strawberries. Flint, M.L. (ed). **Publication 3351**. University of California. Statewide IPM Project. 1994.

STRASSBURGER, A. S.; MARTINS, D. S.; REISSER JÚNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E.; PEIL, R. M. N.; PHILIPSEN, L. C. Sistema de produção de morangueiro: fatores que influenciam o manejo da irrigação. In: TIMM, L. C. (Eds.). **Morangueiro irrigado: aspectos técnicos e ambientais do cultivo**. Universidade Federal de Pelotas, p. 30-50, 2009.

STRASSBURGER, A. S.; PEIL, R. M. N. ; SCWENGBER, J. E.; MEDEIROS, C. A. B.; MARTINS, D. S. Crecimento do morangueiro: influência da cultivar e da posição da planta no canteiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 223-226, 2011.

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

SILVEIRA, G. S. R.; GUIMARÃES, B. C. Aspectos sociais e econômicos da cultura do morangueiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 35, n. 279, p. 7-10, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal** 4^a ed., Porto Alegre, ARTMED, 2009, 819 p.

TARARA, J. M. Microclimate modification with plastic mulch. **HortScience**, vol. 35, n. 2, p. 134-142, 2000.

TEIXEIRA, R. P.; PEREIRA, G. M.; SOUZA, R. J.; GARCIA, H. H.; GAMA, G. B. N. Análise das tensões de água no solo cultivado com morangueiro sob poda. **Irriga**, Botucatu, v. 18, p. 25-42, 2013.

UENO, B. Mulching protege o solo e o morango. **Informe Agropecuário**, n. 115, p. 60-61, 2014.

ULRICH, A.; MOSTAFA, M. A. E.; ALLEN, W. W. **Strawberry deficiency symptoms: a visual and plant analysis guide to fertilization**. Oakland: University of California, 1992. 58 p.

VAILATI, T.; SALLES, R. F. M. Rendimento e qualidade de frutos de morangueiro sob diferentes coberturas de solo. **Revista Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 29-37, 2010.

VALLS, J.; MILLAN, S.; MARTI, M. P.; BORRAS, E.; AROLA, L. Advanced separation methods of food anthocyanins, isoflavones and flavanols. **Journal of Chromatography**, v. 1216, n. 43, p. 7143-72, 2009.

VERDIAL, M. F.; NETO, J. T.; MINAMI, K.; FILHO, J. A. S.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; SCARPARE, F. V.; KLUGE, R. A. Fisiologia de mudas de morangueiro produzidas em sistema convencional e em vasos suspensos. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 31, n. 2, p. 524-531, 2009.

VIGNOLO, G. K.; ARAÚJO, V. F.; KUNDE, R. J.; SILVEIRA, C. A. P.; ANTUNES, L. E. C. Produção de morangos a partir de fertilizantes alternativos em pré-plantio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 10, p. 1755-1761, 2011.

YEN, Y. F.; HSIEH, F. C.; HUANG, T. B. Effects of crown size of plantlets and thinning leaves on growth and yield of strawberry. **Journal of the Taiwan Society for Horticultural Science**, v. 52, p. 139-148, 2006.

YURI, J. E.; RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; MOTA, J. H. Cultivo de morangueiro sob diferentes tipos de mulching. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 424-427, 2012.

ZHANG, H.; LIU, Q.; YU, X.; LU, G.; WU, Y. Effects of plastic mulch duration on nitrogen mineralization and leaching in peanut (*Arachis hypogaea*) cultivated land in the Yimeng Mountainous Area, China. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 158, p. 164-171, 2012.

ZUANAZZI, J. A. S.; MONTANHA, J. A. Flavonóides. In: SIMÕES, C. O. (Ed.). **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. 6 ed. Florianópolis: Editor da UFSC, 2010. p. 577-614.

WANG, S. Y.; CAMP, M. J. Temperatures after bloom affect plant growth and fruit quality of strawberry. **Scientia Horticulturae**, v. 85, n. 3, p. 183-199, 2000.

WITTER, S.; RADIN, B.; LISBOA, B. B.; TEIXEIRA, J. S. G.; BLOCHTEIN, B.; FONSECA, V. L. Desempenho de cultivares de morango submetidas a diferentes tipos de polinização em cultivo protegido. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 47, n. 1, p. 58-65, 2012.

3. Capítulo 1- Produção e qualidade de frutas de 'Aromas' e 'Albion' durante dois ciclos consecutivos sob influência da data de poda de plantas de morangueiro

3.1 Introdução

O morangueiro cultivado atualmente pertence à família Rosaceae, gênero *Fragaria* e à espécie *Fragaria x ananassa* Duch., sendo um híbrido originário do cruzamento de duas espécies (SILVA, 2007). Em função da grande variabilidade entre as espécies que compõem a base genética do morangueiro, a espécie *Fragaria x ananassa* apresenta uma grande amplitude de adaptação, que associada ao desenvolvimento dos modernos sistemas de manejo de cultivo, tornou possível sua produção tanto nas regiões frias, como nas tropicais e subtropicais (DIAS et al., 2014).

Devido a esta grande variabilidade genética em plantas de morangueiro, a escolha da cultivar a ser utilizada é um dos fatores determinantes para o sucesso do cultivo. Segundo Duarte Filho et al. (2007), a escolha da cultivar tem importância relevante no cultivo do morangueiro, chegando a ser limitante, por causa, principalmente, de suas exigências em fotoperíodo, número de horas de frio e temperatura, que variam em função do material genético.

Por muitos anos, a produção brasileira de morango foi baseada em cultivares de dias curtos. Essas cultivares, em condições de temperaturas elevadas e dia longo, apresentam maior crescimento vegetativo em detrimento do reprodutivo. Dessa forma, a partir de dezembro até o início do inverno, observa-se menor oferta da fruta no mercado e, por consequência, preços mais elevados. Nos últimos anos, o diferencial obtido no período de entressafra motivou os produtores a utilizarem cultivares de dias neutros que proporcionam produção durante os períodos mais quentes do ano, uma vez que possuem menor sensibilidade aos estímulos que o fotoperíodo e a temperatura exercem sobre a frutificação (ANTUNES et al., 2014a). De acordo com Reisser Júnior e Antunes (2014), na região Sul, em alguns locais de clima mais fresco, os produtores tem buscado a produção fora de época com o uso de cultivares de dias neutros e sistemas bem tecnificados, em que a produção pode ser realizada durante 18 meses.

Com a introdução destas cultivares de dias neutros, diversos autores observaram produção de frutas até final de fevereiro (CAMARGO et al., 2010; STRASSBURGER et al., 2011; MIRANDA et al., 2014) e outros relataram produção durante dois ciclos consecutivos (TEIXEIRA et al., 2013; ANTUNES et al., 2014b; BRUGNARA et al., 2014). Segundo Reisser Júnior e Antunes (2014), o mercado de morango brasileiro é muito maior que o atualmente explorado, observando-se que a procura por esta fruta é destaque em todo país, sendo que muitos não a consomem devido à sua falta em algumas regiões ou épocas do ano.

Existem poucos estudos no Brasil sobre a produção de frutas durante dois ciclos consecutivos, sendo a poda das plantas no final do primeiro ciclo, um dos temas principais que devem ser abordados, a fim de elucidar seu efeito na qualidade e produtividade das frutas de morangueiro no segundo ciclo produtivo. Existem contradições na literatura quanto à necessidade de realização da poda, além de incerteza sobre a data correta em que deve ser feita. Antunes et al. (2014b) e Brugnara et al. (2014) não relatam a realização de poda das plantas ao final do primeiro ciclo. Já Teixeira et al. (2013), realizaram poda drástica no dia 21 de abril, mantendo apenas algumas folhas para melhorar o desenvolvimento das plantas. Entretanto, devido a esta data de poda tardia, as plantas retomaram a produção apenas em agosto, não havendo frutas em meses anteriores no qual o morango é bastante valorizado, mostrando a necessidade de estudos para definir a melhor data de poda.

A qualidade das frutas é outra questão de extrema importância, pois com a mudança dos hábitos alimentares ocorridos nos últimos anos, os consumidores começaram a exigir frutas com melhor aparência, sabor e valor nutricional. As propriedades funcionais dos vegetais têm sido amplamente estudadas e as pequenas frutas, como a amora-preta, a framboesa, o mirtilo e o morango são bastante ricas em compostos bioativos, com grande potencial antioxidante (SEVERO et al., 2009). De acordo com Pereira e Cardoso (2012), os compostos fenólicos são os principais metabólitos secundários produzidos pelas plantas e tem a função de proteção contra condições adversas, produzindo maiores quantidades destes compostos em condições de estresse, como, por exemplo, elevada temperatura e radiação ultravioleta.

Existem relatos na literatura que embora o morangueiro seja fisiologicamente uma espécie perene, normalmente, se realiza a renovação da lavoura após um ciclo

produtivo devido à diminuição da produtividade e qualidade das frutas e aos problemas fitossanitários que limitam o cultivo. No entanto, não encontram-se na literatura estudos nacionais que confirmem estas afirmações de que deve-se cultivar plantas de morangueiro por apenas um ciclo.

Assim, este trabalho teve como objetivo, avaliar a produção e qualidade de frutas das cultivares Aromas e Albion durante dois ciclos consecutivos sob influência da data de poda das plantas de morangueiro.

3.2 Material e métodos

O experimento foi realizado durante o período de julho de 2011 a dezembro de 2012 na Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, cuja localização geográfica é 31°40'S e 52°26'W, com 60 m de altitude. O solo da área experimental é um argissolo vermelho eutrófico típico (SANTOS et al., 2006). A classificação do clima da região, conforme Köppen é do tipo “cfa” – clima temperado, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e verões quentes (MOTA et al., 1986).

As cultivares utilizadas no experimento foram Aromas e Albion, classificadas como cultivares de dias neutros e provenientes do programa de melhoramento genético da Universidade da Califórnia. As mudas utilizadas no experimento foram adquiridas da Empresa Maxxi Mudas, com sede no município de Feliz-RS, sendo produzidas no viveiro Patagonia Agrícola S.A. Utilizaram-se mudas de raízes nuas, não sendo efetuado nenhum tipo de poda do sistema radicular antes do plantio. As mudas foram padronizadas conforme o diâmetro da coroa, sendo selecionadas apenas aquelas acima de 8 mm.

Os canteiros foram preparados com enxada rotativa encanteiradora, construindo-se canteiros com aproximadamente 0,20 m de altura. Foram utilizados quatro canteiros, com dimensões de 1 x 10 m e caminhos de 0,5 m. A correção do solo foi realizada conforme o resultado da análise química do solo, levando-se em consideração as recomendações do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do sul e Santa Catarina (CQFS, 2004) para a cultura do morangueiro. Para a correção do pH utilizou-se calcário dolomítico com PRNT de 98%. Após a adubação de base, instalou-se o sistema de irrigação por gotejamento, com duas linhas de fitas gotejadoras em cada canteiro, com espaçamento entre gotejadores de 0,15 m. A irrigação das plantas foi realizada por gotejamento, sendo

sua necessidade monitorada pelo método de tensão da água no solo com o auxílio de tensiômetro de vacuômetro instalado a 0,10 m de profundidade, mantendo-se o solo próximo à capacidade de campo (0,01 a 0,03 MPa), segundo recomendações de Pires et al. (2006). A fertirrigação foi feita semanalmente, através do sistema de irrigação.

A cobertura dos canteiros foi realizada com plástico preto com 25 micras de espessura, colocado sobre os canteiros antes do transplante das mudas. O transplante das mudas foi realizado no dia 01/07/2011, sendo o espaçamento utilizado de 0,3 x 0,3 m, com três fileiras de plantas em cada canteiro. Sobre os canteiros foram construídos túneis baixos, com filme de polietileno transparente de baixa densidade com 75 micras de espessura (Anexo 1A). O controle do aumento excessivo da temperatura e renovação do ar no interior dos túneis foram realizados mediante a abertura lateral do túnel baixo nas primeiras horas da manhã e fechamento no entardecer. Em dias de chuva e/ou ventos fortes, foram mantidos parcial ou totalmente fechados.

O experimento foi dividido em dois ciclos de cultivo, sendo considerado como primeiro ciclo, o período de julho de 2011 até fevereiro de 2012 e o segundo ciclo de março a dezembro de 2012. A poda das plantas foi realizada após o primeiro ciclo em quatro datas distintas, nos dias 1º e 15 dos meses de março e abril de 2012. A poda foi feita mantendo apenas três folhas novas totalmente expandidas e sem eliminação de coroas (Anexos 1B e 1C). No tratamento testemunha, as plantas não foram podadas.

Durante todo o experimento realizou-se o monitoramento de pragas e doenças nas plantas e mediante o aparecimento de sintomas, medidas de controle foram aplicadas. O manejo de plantas daninhas, a remoção de folhas secas ou com sintomas de doenças e de estolões foram realizados manualmente durante todo o ciclo da cultura. As condições meteorológicas foram monitoradas durante a execução do experimento, sendo os dados referentes à temperatura do ar, radiação solar global e precipitação apresentados na Figura 1.

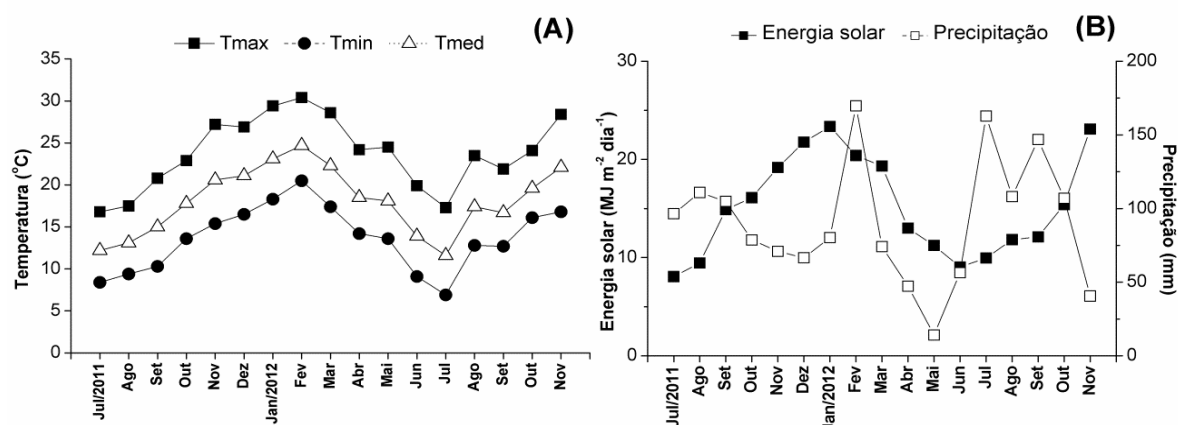


Figura 1- Médias da temperatura mínima (°C), temperatura média (°C) e temperatura máxima do ar (°C) (A), radiação solar global ($\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$) e precipitação (mm) (B) no período de julho de 2011 a novembro de 2012. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

3.2.1 Avaliações

3.2.1.1 Desenvolvimento das plantas

- Sobrevivência: contagem de plantas vivas após o transplante para o campo, sendo realizada mensalmente.
- Início da floração: considerado quando 50% das plantas apresentaram pelo menos uma flor aberta;
- Início da maturação da fruta: considerado quando 50% das plantas em cada parcela apresentaram pelo menos uma fruta com mais de 75% de coloração vermelha;
- Início do estolnamento: considerado quando 50% das plantas em cada parcela apresentaram pelo menos um estolão;
- Emissão de estolões: durante todo o ciclo, foram contados todos os estolões emitidos pelas plantas e posteriormente colocados em estufa a 65°C para avaliação de massa seca dos estolões;
- Massa seca de folhas: mensalmente foram retiradas folhas secas e doentes e colocadas em sacos de papel devidamente identificado, sendo posteriormente levados para estufa a 65°C até atingir peso constante.

3.2.1.2 Produção de frutas

As frutas foram colhidas com mais de 75% de coloração vermelha (Anexo 1D), sendo contadas e pesadas em balança digital, descartando-se frutas com menos de 6g. A massa média de fruta foi calculada através do quociente entre a massa e o número de frutas obtidas em cada colheita. A colheita de frutas iniciou em nove de setembro de 2011, estendendo-se até 31 de novembro de 2012.

3.2.1.3 Análises físico-químicas

Foram coletadas cinco frutas por parcela e levadas ao laboratório de análises químicas para realização das análises descritas a seguir. As avaliações de sólidos solúveis e acidez titulável no primeiro ciclo foram realizadas em outubro de 2011 e fevereiro de 2012. No segundo ciclo estas avaliações foram feitas em novembro de 2012. O tamanho de fruta no primeiro ciclo foi mensurado em outubro e novembro de 2011 e janeiro de 2012, já no segundo ciclo em setembro de 2012.

- Sólidos solúveis (SS): determinado por refratometria, através de refratômetro digital portátil de bancada com correção da temperatura, utilizando-se uma gota de suco puro, expressando-se o resultado em °Brix;

- Acidez titulável (AT): determinada através da titulação potenciométrica com NaOH 0,1N até pH 8,1 de 10 g da amostra triturada em 90 ml água destilada. Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico;

- Relação SS/AT: calculada através da razão entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável;

- Tamanho de fruta: foram avaliados o diâmetro e o comprimento das frutas com auxílio de paquímetro digital.

3.2.1.4 Análises compostos bioativos

Foram coletadas dez frutas por parcela e acondicionadas em sacos plásticos, identificados e congelados em ultra freezer (-18°C) até o momento das análises. As avaliações no primeiro ciclo foram realizadas em novembro de 2011 e janeiro de 2012. No segundo ciclo, as frutas foram coletadas em novembro de 2012.

- Antocianinas: realizada através da metodologia adaptada de Fuleki e Francis (1968). A leitura das amostras foi realizada a 535nm em espectrofotômetro. Os resultados foram calculados através de uma curva padrão de cianidina-3-glicosídeo e expressos em mg de cianidina-3-glicosídeo 100 g^{-1} de amostra.

- Compostos fenólicos: realizado de acordo com o método descrito por Swain e Hillis (1959). Os compostos fenólicos foram quantificados através de reação colorimétrica utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu. As leituras das amostras foram feitas em espectrofotômetro a 765nm, após 2 horas de reação. Os resultados foram expressos em mg de ácido clorogênico 100 g^{-1} de fruta fresca, obtidos a partir de uma curva padrão.

- Atividade antioxidante: medida frente ao radical estável DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila), segundo o método descrito por Brand-Williams et al. (1995). A reação foi realizada com solução de DPPH ($0,044\text{ g L}^{-1}$) e a absorbância foi medida a 517nm após 24h de reação em local protegido da luz, a temperatura ambiente (inferior a 25°C). A atividade antioxidante foi calculada através de uma curva padrão de trolox e expressa em mg de equivalente trolox g^{-1} de fruta fresca.

3.2.1.5 Avaliação final

Após o encerramento do experimento, foram coletadas três plantas por parcela para avaliar número de coroas, massa seca de coroas e de folhas. Além disso, foi realizada contagem de plantas sobreviventes por parcela.

3.2.2 Delineamento experimental e análise estatística

Os tratamentos experimentais constaram da combinação de dois fatores: cultivar (Aromas e Albion) e data de poda (01/03, 15/03, 01/04 e 15/04), além de testemunha com plantas não podadas. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em arranjo fatorial 2×5 , com quatro repetições e nove plantas por parcela. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. No desdobramento entre os tratamentos e os meses de avaliação, foi utilizado esquema em parcelas subdivididas, sendo considerado os tratamentos nas parcelas, e nas subparcelas, os meses de avaliação.

3.3 Resultados e discussão

3.3.1 Desenvolvimento das plantas

Foram observadas diferenças significativas entre as cultivares para as variáveis início da floração, maturação das frutas e estolonamento durante o primeiro ciclo. O início do estolonamento ocorreu somente aos 121 dias após o transplante das mudas de 'Albion', sendo este valor superior ao observado na cultivar Aromas (83 dias) (Tabela 1). O maior período entre o transplante e o início do estolonamento é benéfico em cultivos destinados à produção de frutas, pois a emissão precoce de estolões atrasa o crescimento da coroa, além de reduzir a quantidade de assimilados disponíveis para o desenvolvimento das inflorescências e das frutas (JANISCH et al., 2008). Schmitt et al. (2012) relataram emissão de estolões no período de 40 a 93 dias após o plantio, constatando relação linear inversa entre a produção de estolões e de frutas.

A cultivar Albion apresentou maior duração do período entre o transplante e o início da floração, levando em média 58 dias para atingir este estágio fenológico (Tabela 1). A cultivar Aromas iniciou a floração 53 dias após o transplante, apresentando maior precocidade do que 'Albion'. Cocco (2014a), avaliando a fenologia de três cultivares de morangueiro, relatou que a cultivar Albion foi a mais tardia entre as cultivares analisadas, iniciando a floração aos 74 dias após o plantio das mudas. Calvete et al. (2008), avaliando a fenologia de oito cultivares, constataram variação de 38 a 54 dias no início da floração das cultivares testadas e afirmaram que o conhecimento da fenologia das cultivares é importante para definir o escalonamento da produção e, com isso, ampliar o período de safra, possibilitando vantagens na comercialização. Vale ressaltar que foram utilizadas cultivares diferentes neste trabalho citado, além disso, os autores realizaram o plantio das mudas nos dias 28 de abril e 13 de maio, ou seja, anteriormente ao plantio realizado no presente estudo que foi em 1º de julho.

O início da maturação das frutas na cultivar Albion, no primeiro ciclo, foi observado aos 91 dias após o transplante, sendo esta cultivar cinco dias mais tardia do que 'Aromas', a qual iniciou a maturação aos 86 dias após o plantio das mudas (Tabela 1). Estes períodos observados entre o transplante das mudas e o início da maturação das frutas para ambas as cultivares estão de acordo com os descritos por

Antunes et al. (2006) que relataram variação de 87 a 98 dias. Cocco (2014a) observou maiores valores para esta variável, sendo de 97 dias para a cultivar Albion. Variações observadas no período entre os estádios fenológicos, devem-se às características genéticas inerentes a cada cultivar, à época de plantio e às condições climáticas do local de cultivo (CALVETE et al., 2008; SCHMITT et al., 2012; COCCO, 2014a).

Com relação à mortalidade de plantas no primeiro ciclo, não foram observadas diferenças significativas entre as cultivares, variando de 95% a 98% a porcentagem de plantas sobreviventes para as cultivares Albion e Aromas, respectivamente (Tabela 1). Segundo Cocco (2014b), as mudas provenientes da Argentina apresentam excelente qualidade fisiológica e sanitária, relatando sobrevivência de plantas em torno de 93% no término do ciclo produtivo na região de Pelotas-RS. Por outro lado, Verdial et al. (2007), estudando a vernalização de cinco cultivares de morangueiro, constataram mortalidade de 58% das plantas aos 60 dias após o transplante, alegando que a causa de elevada mortalidade foi a infecção das mudas pelo fungo *Colletotrichum fragariae*.

Tabela 1- Dias após o transplante das mudas para início da floração, maturação das frutas e estolonamento e porcentagem de plantas sobreviventes ao final do primeiro ciclo produtivo. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Cultivar	Estolonamento	Floração	Maturação	Plantas sobreviventes
	Dias após o plantio			%
Aromas	83 b	53 b	86 b	98 ^{ns}
Albion	121 a	58 a	91 a	95
CV%	19,4	6,7	4,5	7,0

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

No segundo ciclo produtivo, considerado a partir de março, não foram observadas diferenças significativas entre as cultivares para as variáveis início do estolonamento, da floração e da maturação das frutas após a realização da poda das plantas (Tabela 2). Devido à remoção das folhas no momento da poda, a retomada do crescimento foi dependente dos carboidratos armazenados nos órgãos de reserva. À medida que a planta produz folhas novas, o rendimento torna-se mais dependente da capacidade fotossintética e da taxa de crescimento da planta (ESHGHI et al., 2007). Possivelmente, não houve diferença significativa em virtude das plantas de ambas as cultivares estarem bem formadas, com adequado sistema

radicular e número de coroas para suprir a necessidade das plantas no início do novo ciclo. Embora a variável massa seca de folhas tenha demonstrado que 'Aromas' apresentava o dobro da quantidade observada em 'Albion' (Tabela 3), isto não influenciou o início destes estádios fenológicos, provavelmente porque a remoção das folhas ocorreu anteriormente à fase de dormência das plantas, não permitindo a translocação dos fotoassimilados contidos nas folhas para os órgãos de reservas. Com relação ao balanço entre fornecimento e demanda de carboidratos, as folhas podem servir como fonte ou dreno, dependendo da idade da folha e do momento que a poda é realizada (LYU et al., 2014). De acordo com Acuña-Maldonado e Pritts (2008), ao final do período de produção, anteriormente à fase de dormência, as plantas acumulam carboidratos e nitrogênio em órgãos de armazenamento como as coroas e raízes, utilizando estas reservas para sustentar o crescimento das plantas após a dormência. No entanto, a realização precoce de poda das plantas, impede a remobilização dos carboidratos e do nitrogênio das folhas para os órgãos de armazenamento.

Com relação à data de poda, não se verificou diferença significativa no início do estolonamento, sendo que apenas os tratamentos em que foram realizadas as podas em março apresentaram 50% das plantas com pelo menos um estolão (Tabela 2), pois as plantas podadas em abril não tiveram esta avaliação concluída devido às condições meteorológicas não serem as ideais para emissão de novos estolões em virtude da diminuição acentuada da radiação e temperatura do ar (Figura 1). De acordo com Assis (2004), a produção de mudas a partir de matrizes ocorre de setembro a maio e esse processo é contínuo e intenso durante o verão, porém cessa no outono com a redução do fotoperíodo e a diminuição das temperaturas noturnas.

As plantas podadas em 15 de abril atrasaram o início da floração e maturação das frutas em comparação às plantas podadas anteriormente. A poda realizada em 1 de março proporcionou menor período para início da maturação das frutas, sendo de apenas 30 dias após a poda, apresentando antecipação de 21 dias neste estágio fenológico com relação às plantas podadas em 15 de abril (Tabela 2). A temperatura e a radiação diminuíram consideravelmente a partir do mês de abril (Figura 1), ocasionando maior período para maturação das frutas (DARNEL, 2003). O início da maturação das frutas ocorreu em período relativamente curto quando comparado ao

trabalho realizado por Teixeira et al. (2013), que realizou poda drástica das plantas em 21 de abril, com início das colheitas somente em agosto.

Tabela 2- Dias após a poda para início da floração, maturação das frutas e estolamento no segundo ciclo produtivo de cultivares de morangueiro em função da data de poda. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Cultivar	Estolamento	Floração	Maturação
	Dias após a poda		
Aromas	23 ^{ns}	12 ^{ns}	38 ^{ns}
Albion	21	13	40
Data de poda			
1 de Março	20 ^{ns}	9 b	30 c
15 de Março	21	12 b	35 bc
1 de Abril	-	11 b	39 b
15 de Abril	-	18 a	51 a
CV%	18,7	28,7	12,5

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

Houve interação significativa entre as cultivares e os meses de avaliação para o número de estolões, massa seca de estolões e de folhas (Tabela 3). A cultivar Aromas apresentou maior número de estolões no mês de outubro e menor em fevereiro, contrariando dados da literatura que afirmam que durante o verão, as temperaturas elevadas e o fotoperíodo longo são as condições climáticas que estimulam a propagação vegetativa do morangueiro através da emissão de estolões (BRADFORD et al., 2010). Entretanto, de acordo com Janisch et al. (2012), ocorre maior emissão de estolões entre os meses de novembro e dezembro, decrescendo até março. A cultivar Albion demonstrou maior uniformidade de emissão de estolões durante os meses de avaliação, observando-se menor quantidade apenas em setembro (Tabela 3). A variável massa seca de estolões apresentou comportamento semelhante ao descrito para número de estolões durante os meses de avaliação, sendo o valor de 4,6 g de estolões por planta da cultivar Albion semelhante ao relatado por Silva (2011).

A cultivar Aromas apresentou maior número de estolões por planta do que 'Albion' de setembro a dezembro, corroborando com Otto et al. (2009) no qual confirmam superioridade de 'Aromas' em comparação às demais cultivares de dias neutros avaliadas. Isto deve-se, principalmente a fatores genéticos, pois segundo Shaw (2004), 'Aromas' apresenta taxa de multiplicação muito alta no viveiro, algo raro entre cultivares de dias neutros.

A produção de massa seca de folhas foi superior na 'Aromas' a partir de novembro até o final do primeiro ciclo, totalizando 34 g planta⁻¹ contra 18,6 g planta⁻¹ observados em plantas de 'Albion' (Tabela 3), contrariando Strassburger et al. (2011), que estudando o crescimento de plantas de morangueiro não observou diferença entre estas duas cultivares. O adequado crescimento das plantas é de extrema importância, pois existe uma alta correlação entre número de folhas no outono e número de frutas produzidas na primavera, devido ao fato de muitas gemas axilares se transformarem em gemas florais (STRAND, 1994). Rosa et al. (2013) também evidenciaram a existência de relação entre produtividade e área foliar, pois uma maior área fotossintetizante intercepta mais radiação solar.

O mês de janeiro foi o que proporcionou maior massa seca de folhas na cultivar Aromas, entretanto para 'Albion' constatou-se superioridade do mês de fevereiro, porém sem diferir de janeiro (Tabela 3). Esta maior produção de folhas durante janeiro e fevereiro para ambas as cultivares está de acordo com o descrito por Strand (1994), no qual afirma que fotoperíodos longos e altas temperaturas estimulam o surgimento de novas folhas.

Tabela 3- Número, massa seca de estolões e de folhas de morangueiro no primeiro ciclo produtivo em função dos meses de coleta. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Cultivar	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Total
Número de estolões por planta							
Aromas	1,0 aB	3,5 aA	1,1 aB	1,3 aB	1,1 aB	0,4 aC	8,7 a
Albion	0,1 bB	0,8 bA	0,7 bA	0,8 bA	0,9 aA	0,6 aA	4,1 b
CV%	55,0						31,7
Massa seca de estolões por planta (g)							
Aromas	0,2 aC	2,3 aA	1,4 aB	1,2 aB	1,5 aB	0,5 aC	7,4 a
Albion	0,1 aB	0,6 bAB	1,0 aA	1,1 aA	1,1 bA	0,7 aA	4,6 b
CV%	69,6						38,5
Massa seca de folhas (g)							
Aromas	-	2,2 aD	5,7 aC	8,0 aB	9,9 aA	8,0 aB	34,0 a
Albion	-	1,3 aC	2,2 bC	3,9 bB	4,9 bAB	6,1 bA	18,6 b
CV%	32,5						16,2

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os dados apresentados na tabela 4 referente aos estolões, foram coletados em março e abril, pois a partir de maio até final de novembro, as plantas não emitiram estolões, o que demonstra que plantas de segundo ciclo apresentam comportamento diferente de plantas novas, pois durante o primeiro ciclo de produção as plantas emitiram estolões durante estes meses (Tabela 3). Não foram observadas diferenças significativas entre as cultivares com relação ao número e

massa seca de estolões durante o segundo ciclo, entretanto estas variáveis sofreram influência do fator poda. As plantas que não foram podadas produziram maior número de estolões comparativamente àquelas podadas antes de 1 de abril e maior massa seca de estolões do que o tratamento com poda em 1 de março (Tabela 4). A maior quantidade de estolões emitidos no tratamento sem poda, deve-se ao fato de que a emissão de estolões no segundo ciclo ocorreu durante os meses de março e abril, período no qual as plantas que não foram podadas continham grande quantidade de folhas, enquanto que as plantas nos demais tratamentos estavam se recuperando da poda drástica.

Com relação à massa seca de folhas no segundo ciclo, assim como no primeiro ciclo, 'Aromas' apresentou superioridade (85,9 g planta⁻¹), demonstrando ser uma cultivar mais vigorosa do que 'Albion' (46,2 g planta⁻¹) (Tabela 4). A menor massa seca de folhas obtida em plantas de 'Albion' pode estar relacionada ao maior filocromo presente nesta cultivar (MENDONÇA et al., 2012). Um alto valor de filocromo indica que a planta tem uma velocidade menor no aparecimento de folhas, pois a planta necessita de maior número de graus-dia para a emissão de cada folha (ROSA, 2010).

As plantas podadas mais tardiamente (15 de abril) apresentaram menor massa seca de folhas do que as plantas que não foram podadas, possivelmente porque tiveram maior dificuldade para emitir novas folhas após a poda drástica, pois à medida que a temperatura e o fotoperíodo decrescem, ocorre diminuição na atividade fisiológica da planta até que a mesma entre em dormência, situação que só é modificada quando é atingido um determinado número de horas de frio abaixo de 7,2 °C (BOSC, 2013). Durante o período de dormência, as plantas normalmente apresentam folhas pequenas com pecíolos curtos, resultando em uma arquitetura mais compacta (TANINO; WANG, 2008).

Tabela 4- Número de estolões (NE), massa seca de estolões (MSE) e de folhas (MSF) de cultivares de morangueiro ao final do segundo ciclo produtivo em função da data de poda. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Cultivar	NE	MSE (g)	MSF (g)
Aromas	2,6 ^{ns}	1,3 ^{ns}	85,9 a
Albion	2,9	1,6	46,2 b
Data de poda			
1 de Março	2,1 b	0,8 b	67,6 ab
15 de Março	1,9 b	1,3 ab	61,2 ab
1 de Abril	2,4 b	1,2 ab	68,5 ab
15 de Abril	3,2 ab	1,7 ab	60,6 b
Sem poda	4,0 a	2,2 a	72,5 a
CV%	32,0	49,4	8,6

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

3.3.2 Produção de frutas

Com relação as variáveis produtivas durante o primeiro ciclo, destacou-se a cultivar Aromas com maior número e massa de frutas por planta a partir de novembro até fevereiro, totalizando ao final dos seis meses de produção 86,9 frutas e 1067,8 g por planta. Na cultivar Albion, constatou-se praticamente metade da produção observada em 'Aromas', sendo obtido 42,7 frutas por planta e 561,9 g de massa de frutas por planta (Tabela 5). Essa superioridade de produção de frutas de 'Aromas' com relação a 'Albion' também foi observada por outros autores, devendo-se principalmente a fatores genéticos (CARPENEDO, 2010; STRASSBURGER et al., 2011).

Resultados similares para 'Aromas' foram encontrados por Oliveira et al. (2008), no qual obtiveram produção de 1043 g por planta no município de Pelotas-RS. Por outro lado, produções menores foram observadas em estudo realizado por Pereira et al. (2013), sendo a média da cultivar Aromas de apenas 372 g por planta. Com relação à cultivar Albion, Ruan et al. (2011) estudando a influência da época de plantio, constataram produção por planta de 563 g, valor semelhante ao encontrado no presente estudo. Entretanto, Mazaro et al. (2013) relataram menores produções para esta mesma cultivar (347 g planta⁻¹). Estas variações na produção de uma determinada cultivar entre os diferentes estudos citados devem-se principalmente ao manejo realizado durante o experimento e às condições climáticas do local (DIAS et al., 2014).

O pico de produção da cultivar Aromas foi observado em novembro, correspondendo a 32% da produção total, por outro lado, os meses de setembro e outubro foram os menos produtivos. Para a cultivar Albion, observou-se este mesmo comportamento durante os dois primeiros meses, sendo os menos produtivos, entretanto o pico de produção desta cultivar foi alcançado somente em janeiro, correspondendo a 24% da produção total. A menor produção durante os primeiros meses deve-se principalmente ao fato das plantas ainda estarem se estabelecendo, possuindo menor quantidade de folhas para suprir uma adequada maturação das frutas (Tabela 3). Menores produções de frutas durante os dois primeiros meses produtivos também foram relatados em estudo realizado na região de Pelotas-RS (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2006).

Embora o pico de produção possa variar de acordo com as características genéticas de cada cultivar e condições climáticas de cada ano, observa-se grande influência da data de plantio das mudas. Miranda et al. (2014), relataram pico de produção no mês de setembro, transplantando mudas de 'Albion' em maio. Oliveira e Scivittaro (2006) e Carpenedo (2010) realizaram plantio das mudas de 'Aromas' em datas semelhantes ao presente estudo, alcançando pico de produção em novembro. Por outro lado, Oliveira e Scivittaro (2008), realizaram plantio mais tardio desta mesma cultivar (15 de julho), obtendo pico de produção somente em dezembro.

A maioria das mudas utilizadas no Rio Grande do Sul são importadas da Argentina e do Chile (ANTUNES; PERES, 2013), chegando as cultivares de dias neutros aos produtores somente nos meses de junho e julho, motivo pelo qual realiza-se o plantio nesta época. Entretanto, se houvesse disponibilidade de mudas em outros meses, poderia ser realizado o plantio com antecedência, proporcionando antecipação do pico de produção. No entanto, recomenda-se o transplante das mudas a partir de março, pois mudas plantadas em fevereiro emitem muitos estolões no início do ciclo de desenvolvimento, o que significa gasto elevado de fotoassimilados em drenos de crescimento vegetativo que competirão com o crescimento reprodutivo posteriormente (ROSA et al., 2013).

Apesar da produção de frutas de 'Aromas' ser menor nos meses de janeiro e fevereiro em comparação a novembro, ainda assim recomenda-se manter as plantas no campo durante esses meses, pois na entressafra, que se inicia em janeiro e se estende até junho, constata-se os menores volumes de morango e os maiores preços, sendo que no período de pico de safra, geralmente nos meses de outubro e

novembro, observa-se os menores valores pagos por quilo (SPECHT; BLUME, 2011).

A massa média de fruta também foi influenciada pela interação entre as cultivares e meses de colheita. Pode-se observar na Tabela 5 que 'Aromas' apresenta frutas com maior massa no mês de outubro, porém a partir de dezembro as frutas de 'Albion' são superiores, com massa média final de 14,8 g por fruta. Em estudo realizado para avaliar diferentes tipos de polinização, Witter et al. (2012) observaram frutas de 'Aromas' com maior massa média do que no presente estudo, entretanto as colheitas foram finalizadas em novembro. Miranda et al. (2014), realizando colheita das frutas até fevereiro, assim como no presente estudo, relataram menor massa média de fruta para a cultivar 'Albion', sendo de 11,1 g. A massa média de fruta ao final do ciclo é dependente do período produtivo, ou seja, colheitas realizadas até novembro proporcionam maior massa média final do que até fevereiro, devido à formação de grande quantidade de frutas pequenas nos últimos meses de produção (Tabela 5).

As maiores frutas foram observadas nos meses de outubro e novembro, com diminuição de massa média ao longo do ciclo, alcançando os menores resultados nos meses de janeiro e fevereiro em ambas as cultivares (Tabela 5). Isto deve-se ao fato de que nos meses de outubro e novembro ocorre produção de maior quantidade de frutas originadas de flores primárias e secundárias das inflorescências, que por possuírem maior número de aquênios, apresentam as maiores frutas. Em contrapartida, geralmente as frutas produzidas no final do ciclo são oriundas de flores terciárias e quaternárias que possuem menor quantidade de aquênios e por isso originam frutas menores.

Além disso, o aumento da temperatura a partir de novembro (Figura 1) pode ter ocasionado diminuição da massa média de fruta, pois sabe-se que elevadas temperaturas diminuem a viabilidade do pólen e inibem o crescimento do tubo polínico (LEDESMA; SUGIYAMA, 2005). De acordo com Wang e Camp (2000), plantas sob condições de elevadas temperaturas (30/22°C dia/noite), apresentam maior quantidade de frutas pequenas e deformadas, devido a maior velocidade na maturação. Temperaturas menores (18/12°C e 25/12°C dia/noite) diminuem a velocidade de maturação, proporcionando frutas maiores, sem deformações e de melhor qualidade. Estas afirmações estão de acordo com o que ocorreu no presente estudo, pois nos meses de janeiro e fevereiro ocorreram temperaturas

máximas de 30°C e mínimas de 20°C (Figura 1), ocasionando produção de frutas com menor massa média.

Tabela 5- Número, massa de frutas por planta e massa média de fruta de cultivares de morangueiro no primeiro ciclo produtivo em função dos meses de colheita. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Cultivar	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Total
Número de frutas por planta							
Aromas	2,6 aC	4,0 aC	17,9 aB	18,5 aB	24,2 aA	19,4 aB	86,9 a
Albion	1,5 aD	4,2 aC	5,8 bBC	7,9 bB	12,6 bA	10,5 bA	42,7 b
CV%	23,3						12,4
Massa de frutas por planta (g)							
Aromas	44,8 aE	76,2 aD	339,5 aA	229,9 aB	224,3 aB	152,9 aC	1067,8 a
Albion	27,0 aD	75,9 aC	113,8 bAB	108,1 bB	139,0 bA	97,8 bBC	561,9 b
CV%	22,9						11,6
Massa média de fruta (g)							
Aromas	16,9 aB	18,9 aA	19,0 aA	12,4 bC	9,2 bD	7,8 bE	14,0 b
Albion	17,4 aB	17,7 bB	19,6 aA	13,6 aC	10,9 aD	9,2 aE	14,8 a
CV%	10,2						3,9

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para as variáveis de produção no segundo ciclo, não houve efeito significativo da interação cultivar e data de poda, mas, sim, de cada fator isoladamente, constatando-se superioridade da cultivar Aromas sobre 'Albion', porém a diferença entre as duas cultivares foi menor do que no primeiro ciclo, sendo de 240,6 g por planta. Foram observadas 94,8 frutas e 785,3 g por planta na cultivar Aromas, porém na 'Albion' estas variáveis decresceram para 54,0 e 544,7 g, respectivamente (Tabela 6). Em estudo realizado durante dois ciclos consecutivos utilizando a cultivar Aromas, Costa (2011) e Teixeira et al. (2013) obtiveram produção de apenas 199 g por planta no primeiro ciclo (colheitas de 19 de setembro a 28 de dezembro) e de 538 g por planta no segundo ciclo (colheitas de 14 de agosto a 9 de dezembro). Possivelmente, houveram alguns problemas durante a execução desse estudo citado, principalmente durante o primeiro ciclo, pois a cultivar Aromas apresenta potencial produtivo superior ao descrito por estes autores.

Embora no segundo ciclo, o período produtivo seja de nove meses contra apenas seis meses no primeiro ciclo, isto não proporciona maior produção total, devido à baixa produção em alguns meses do segundo ciclo (Tabela 7). Pode-se observar na Figura 1 que de abril até julho, a radiação solar global diminui bastante, aumentando a partir de agosto. Esta menor radiação, combinada com a diminuição da temperatura e do fotoperíodo neste período, induzem a planta a diminuir o metabolismo e entrar em dormência, ocasionando menores produções durante estes

meses citados (BOSC, 2013). Houve diminuição da massa média de fruta no segundo ciclo em comparação ao primeiro em ambas as cultivares, observando-se decréscimo mais acentuado nas frutas de 'Aromas', sendo inferior às frutas de 'Albion'. Apesar deste decréscimo no tamanho da fruta durante o segundo ciclo, observou-se que as frutas apresentavam qualidade suficiente para serem comercializadas, principalmente por serem produzidas em épocas de escassez de morango no mercado.

As plantas que não foram podadas produziram maior número de frutas em função da continuidade de produção durante todos os meses, diferentemente das plantas podadas, no qual tiveram diminuição da produção durante os três primeiros meses do ciclo devido à realização de poda drástica (Tabela 7). A massa de frutas por planta foi superior no tratamento sem poda do que nas plantas podadas em abril, porém sem diferir das plantas podadas em março. Possivelmente, as plantas que foram podadas tardiamente tiveram maior dificuldade de emitir novas folhas e se recuperar da poda drástica, devido às condições meteorológicas não serem as mais adequadas para o desenvolvimento vegetativo, prejudicando a floração e maturação das frutas (Figura 1).

No morangueiro, realiza-se a retirada parcial ou total de folhas, principalmente com o intuito de diminuir o inóculo de doenças foliares, devido à retirada de material infectado da lavoura, além de proporcionar melhores condições às plantas, como maior ventilação e exposição a luz (DAUGAARD et al., 2003). Adicionalmente, a remoção de folhas velhas estimula a fotossíntese e crescimento de folhas novas, proporcionando renovação das plantas (IQBAL et al., 2012). No entanto, a desfolha afeta o crescimento das plantas, produção e qualidade de frutas. Em estudo realizado a fim de avaliar a influência da intensidade de desfolha na produção e crescimento de morangueiro, no qual foram eliminadas 33% e 67% de folhas, observou-se menor crescimento das plantas e produção de frutas comparativamente ao tratamento sem desfolha, principalmente devido à diminuição da taxa fotossintética nas plantas em que as folhas foram removidas (CASIERRA-POSADA et al., 2012; CASIERRA-POSADA et al., 2013). Estes autores verificaram redução de 24% e 49% na produção de frutas de plantas sob 33% e 67% de desfolha, respectivamente.

Tabela 6- Número (NFP), massa de frutas por planta (MFP) e massa média de fruta (MMF) de cultivares de morangueiro no segundo ciclo produtivo em função da data de poda. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Cultivar	NFP	MFP (g)	MMF (g)
Aromas	94,8 a	785,3 a	8,1 b
Albion	54,0 b	544,7 b	10,5 a
Data de poda			
1 de Março	71,3 b	686,0 ab	9,9 a
15 de Março	73,6 b	680,8 ab	9,6 b
1 de Abril	71,4 b	618,0 b	8,9 b
15 de Abril	68,3 b	595,7 b	9,1 b
Sem poda	87,5 a	744,5 a	9,2 b
CV%	11,6	13,1	6,3

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Independente do tratamento de poda, as maiores produções da cultivar Aromas no segundo ciclo foram observadas no mês de setembro, porém sem diferir de novembro nas plantas podadas em abril (Tabela 7). Entretanto para a cultivar Albion, houve grande variação do pico de produção, sendo dependente do tratamento de poda realizado. Com exceção das plantas de 'Albion' podadas em 1 de abril, as demais datas de poda proporcionaram pico de produção em agosto, sem diferir de julho nas plantas podadas em 1 de março e de julho e novembro no tratamento com poda em 15 de abril. A poda realizada em 1 de abril propiciou picos de produção no primeiro e no último mês do segundo ciclo, por outro lado, o tratamento sem poda proporcionou maiores produções durante quatro meses do segundo ciclo (março, agosto, setembro e novembro).

Pode-se observar na Tabela 7 que o tratamento sem poda proporcionou produção de frutas superior ou semelhante aos demais tratamentos em praticamente todos os meses, com exceção dos meses de setembro e novembro para a cultivar Aromas e de julho para 'Albion', evidenciando-se não existir a necessidade de realização de poda drástica em plantas destas cultivares. Embora a poda em 1 de março tenha proporcionado aumento de produção de frutas de 'Aromas' nos meses de setembro e novembro e em julho nas plantas de 'Albion' em comparação às plantas não podadas, não se justifica a realização da poda, devido o aumento de custo de produção com contratação de mão de obra para execução deste processo. Além disso, ocorre diminuição acentuada da produção durante os primeiros meses do ciclo em virtude da realização da poda. No entanto, vale ressaltar que as plantas estavam em boas condições em março, apresentando boa floração e praticamente

sem doenças, porém se as plantas estivessem com grande incidência de doenças e com pouca floração poderia ser recomendada a poda para renovação das mesmas e diminuição de inóculo de doenças.

As plantas de 'Albion' podadas tardiamente, obtiveram menores produções nos meses de julho e agosto, possivelmente, devido a maior dificuldade para se recuperarem da poda drástica, pois de acordo com Fagherazzi (2013), esta cultivar necessita de 135,6° dia para emitir uma nova folha, valor bem acima das demais cultivares avaliadas. A produção em junho foi a mais baixa entre todos os meses no segundo ciclo para ambas as cultivares, possivelmente devido ao estado de dormência das plantas principalmente no mês de maio, pois a baixa floração neste mês ocasionou menor produção de frutas em junho. Esperava-se que a produção em outubro fosse semelhante aos meses de setembro e novembro, porém fortes ventos ocorreram dia 20 de setembro em Pelotas-RS, danificando as folhas, flores e frutas, descartando-se diversas frutas danificadas. Carvalho (2013), realizando experimento no mesmo município, também relatou diminuição da produção em outubro devido a fortes ventos ocorridos em setembro.

Tabela 7- Massa de frutas por planta no segundo ciclo produtivo em função da data de poda de plantas de morangueiro e meses de colheita. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Cultivar	Mês	Data de poda				
		1 de Março	15 de Março	1 de Abril	15 de Abril	Sem poda
Aromas	Março	2,1 eB	80,8 cA	105,3 bA	92,8 bA	96,6 cA
	Abril	23,7 eB	11,1 eB	2,8 cC	21,1 cB	50,5 dA
	Maio	64,0 dA	48,4 dB	32,5 cB	13,7 cB	88,4 cA
	Junho	9,4 eA	10,8 eA	6,7 cA	7,5 cA	11,8 eA
	Julho	25,8 eA	45,5 dA	43,7 cA	50,2 bA	45,5 dA
	Agosto	110,7 cA	108,0 cA	99,2 bA	70,7 bA	104,5 cA
	Setembro	319,7 aA	260,6 aB	228,4 aC	192,9 aC	217,8 aC
	Outubro	38,9 eA	47,4 dA	67,6 bA	59,8 bA	58,3 dA
	Novembro	219,4 bA	212,2 bA	201,3 aA	162,2 aB	154,6 bB
CV%				30,5		
Albion	Março	4,3 cC	57,7 cB	95,8 aA	67,6 bB	81,9 aA
	Abril	47,5 bA	26,0 dB	4,7 dB	35,7 cB	69,5 bA
	Maio	40,1 bA	50,1 cA	34,3 cA	10,5 cB	63,5 bA
	Junho	14,8 cA	10,3 dA	14,1 dA	17,8 cA	20,2 cA
	Julho	116,8 aA	62,5 cB	50,7 bB	88,8 aB	69,7 bB
	Agosto	140,7 aA	119,5 aA	68,4 bB	92,8 aB	109,8 aA
	Setembro	68,0 bB	78,5 bB	67,7 bB	54,8 bB	98,6 aA
	Outubro	58,5 bA	41,9 cA	33,8 cA	57,3 bA	52,1 bA
	Novembro	67,5 bA	89,8 bA	78,7 aA	85,1 aA	95,3 aA
CV%				30,9		

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

3.3.3 Análises físico-químicas

Para as variáveis de diâmetro e comprimento da fruta, houve interação entre os fatores cultivar e mês de avaliação (Tabela 8). Sendo assim, os níveis dos fatores em que ocorreu diferença significativa foram comparados entre si. A cultivar Aromas apresentou maior diâmetro de fruta no mês de novembro, além de maior média juntando-se os três meses de avaliação. Entretanto, o comprimento das frutas de 'Albion' foi superior em todas as avaliações. Fagherazzi (2013) avaliando a caracterização físico-química de cultivares de morangueiro, também constataram maior comprimento de frutas de 'Albion' (45 mm) em comparação à 'Aromas' (41 mm), porém não observaram diferença significativa entre o diâmetro das frutas. Witter et al. (2012) relataram valores semelhantes ao presente estudo utilizando a cultivar Aromas, constatando frutas com diâmetro de 31 mm e comprimento de 35 mm. O diâmetro e o comprimento de frutas de 'Albion' encontrados por Guimarães et al. (2013) foram de 26 e 30 mm, respectivamente.

O maior diâmetro e comprimento de fruta para 'Aromas' foi observado em novembro. 'Albion' também produziu frutas com maior comprimento em novembro, porém sem diferir de outubro (Tabela 8). Geralmente, as maiores frutas são produzidas em período próximo ao pico de colheita, pois a maioria das frutas são originadas de flores primárias e secundárias (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2008).

O diâmetro das frutas é utilizado para realizar a classificação do morango, sendo a classe 15, aquela que agrega as frutas que possuem de 15 a 35 mm de diâmetro e classe 35, a que possui frutas com diâmetro acima de 35 mm (PBMH; PIMO, 2009). Visando esta classificação, apenas as frutas de 'Aromas' no mês de novembro obtiveram a classe 35, sendo as demais frutas agrupadas na classe 15.

Tabela 8- Tamanho médio de fruta no primeiro ciclo produtivo em função dos meses de coleta. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Cultivar	Outubro	Novembro	Janeiro	Média
Diâmetro de fruta				
Aromas	29,26 aC	36,03 aA	32,38 aB	32,56 a
Albion	29,95 aA	31,78 bA	31,78 aA	31,17 b
CV%		9,00		5,39
Comprimento de fruta				
Aromas	33,31 bB	41,51 bA	35,25 bB	37,59 b
Albion	40,66 aAB	45,35 aA	37,95 aB	41,32 a
CV%		8,87		5,72

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No segundo ciclo produtivo, observou-se diferença significativa apenas entre as cultivares, sendo as frutas de 'Albion' 7,4 mm mais compridas do que frutas de 'Aromas' (Tabela 9). Apesar de não ter sido realizada comparação entre os dois ciclos produtivos, pode-se observar que o tamanho de fruta no segundo ciclo diminuiu consideravelmente. De acordo com as Normas de Classificação de Morango (PBMH; PIMO, 2009), que agrupam frutas de acordo com o diâmetro equatorial, os resultados desta pesquisa encontram-se de acordo com o previsto pelas normas de classificação, demonstrando que todas as frutas apresentaram diâmetro na classe entre 15 mm e 35 mm.

Tabela 9- Tamanho médio de fruta de cultivares de morangueiro no segundo ciclo produtivo em função da data de poda. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Cultivar	Diâmetro de fruta (mm)	Comprimento de fruta (mm)
Aromas	24,1 ^{ns}	28,6 b
Albion	24,4	36,0 a
Data de poda		
1 de Março	23,8 ^{ns}	31,4 ^{ns}
15 de Março	24,6	31,8
1 de Abril	24,3	31,8
15 de Abril	24,2	34,2
Sem poda	24,6	32,2
CV%	9,2	10,0

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

Com relação às variáveis de sólidos solúveis, acidez titulável e relação SS/AT das frutas, não houve interação entre os fatores cultivar e mês de avaliação. Sendo assim, os fatores foram analisados separadamente, podendo-se observar na Tabela 10 que a cultivar Albion apresentou superioridade em todas as variáveis analisadas. Apesar das frutas de 'Albion' conterem maior acidez titulável (0,95%), a relação entre SS/AT foi superior (8,94), devido ao maior teor de sólidos solúveis contido nas frutas dessa cultivar (Tabela 10). As frutas de 'Aromas' demonstraram menor qualidade, contendo 6,34 °Brix, 0,80% e 7,94 de teor de sólidos solúveis, acidez titulável e relação SS/AT, respectivamente.

O maior teor de sólidos solúveis em frutas de 'Albion' pode ser atribuído ao menor número de frutas por planta (Tabela 5), ocorrendo menor diluição de fotoassimilados para cada fruta. De acordo com Garate et al. (1991), quanto maior o número de frutas e de estolões emitidos pelas plantas, menor será o teor de sólidos

solúveis em cada fruta, corroborando com os resultados do presente estudo, no qual 'Aromas' obteve maior número de frutas e estolões por planta (Tabelas 3 e 5). Entretanto, sabe-se que o teor de sólidos solúveis também é influenciado por condições ambientais, além de aspectos nutricionais e genéticos (PINELI et al., 2011). Adicionalmente, as plantas de 'Aromas' obtiveram maior quantidade de folhas (Tabela 3), ocasionando maior sombreamento das frutas, no qual causa redução de açúcares totais e aumento do teor de água (OSMAN; DODD, 1994; AWANG; ATHERTON, 1995). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o morango deve conter pelo menos 7 °Brix e no máximo 0,8% de acidez. As frutas de 'Albion' apresentaram teor adequado de sólidos solúveis, no entanto, somente a cultivar 'Aromas' não superou o limite máximo adequado de acidez das frutas recomendado por estes autores.

A relação entre o teor de açúcar e acidez é um importante parâmetro para determinar a maturação das frutas (CECATTO et al., 2013). Além disso, a relação entre estas duas variáveis está diretamente ligada à aceitação do produto, observando-se que maiores valores de SS/AT proporcionam melhor percepção do sabor da fruta, sendo preferido pelos consumidores (RESENDE et al., 2008). De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), espera-se que frutas de morango apresentem relação mínima de 8,75, no qual apenas na cultivar Albion constatou-se valor acima deste recomendado.

Estudos realizados por outros autores, demonstram variação nos resultados referentes às variáveis sólidos solúveis e acidez titulável para as cultivares Aromas e Albion. Camargo et al. (2011), avaliando a qualidade pós-colheita de frutas produzidas em diferentes sistemas de cultivo, relataram valores superiores de sólidos solúveis e acidez titulável para a cultivar Aromas em relação ao presente estudo, porém menor relação SS/AT. Por outro lado, menores valores de sólidos solúveis foram obtidos por Calvete et al. (2010) utilizando esta mesma cultivar. Para a cultivar Albion, observou-se variação de 6,21 °Brix a 6,95 °Brix nos estudos realizados por Mazaro et al. (2013) e Antunes et al. (2014b), sendo ambos os valores abaixo dos encontrados no presente estudo. Essas variações nos resultados podem estar relacionados com as variáveis ambientais de radiação solar, temperatura e umidade do ar durante o período de produção das frutas, as quais mudam entre as diferentes regiões e épocas do ano (ANDRIOLO et al., 2009).

Embora não tenha sido observada diferença significativa entre os meses de avaliação para a variável sólidos solúveis, a menor acidez detectada no mês de outubro proporcionou melhor relação de SS/AT do que em fevereiro (Tabela 10). De acordo com Darnell (2003), a redução do período entre o aparecimento da flor e a colheita da fruta em épocas mais quentes, como ocorre no verão, ocasiona a produção de frutas de menor qualidade. Wang e Camp (2000) confirmaram que a qualidade das frutas é afetada pela cultivar e condição ambiental, constatando que menores temperaturas diminuem a velocidade de maturação das frutas, propiciando frutas maiores e de melhor qualidade.

Tabela 10- Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT de morangos no primeiro ciclo produtivo em função dos meses de colheita. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Cultivar	SS (°Brix)	AT (% ácido cítrico)	SS/AT
Aromas	6,34 b	0,80 b	7,94 b
Albion	8,48 a	0,95 a	8,94 a
Mês			
Outubro	7,41 ^{ns}	0,82 b	8,96 a
Fevereiro	7,41	0,93 a	7,93 b
CV%	9,25	9,30	9,56

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

No segundo ciclo produtivo, assim como no primeiro, a cultivar Albion obteve frutas de qualidade superior (Tabela 11). Os valores encontrados para esta cultivar foram de 8,51 °Brix, 0,92% e 9,29 para sólidos solúveis, acidez titulável e relação SS/AT, respectivamente. Para a cultivar Aromas foram verificados valores menores para estas mesmas variáveis. Vale ressaltar que as frutas de ambas as cultivares apresentaram boa qualidade no segundo ciclo, verificando-se valores semelhantes ou superiores aos obtidos no primeiro ciclo, contrariando estudo realizado por Antunes et al. (2014b), que avaliando a qualidade das frutas de morango durante dois ciclos consecutivos, observaram qualidade superior no primeiro ciclo. Neste estudo citado, as frutas de 'Albion' apresentaram no segundo ciclo apenas 5,89 °Brix e relação SS/AT de 4,41, além de elevada acidez (1,34%). Durante os dois ciclos produtivos, a qualidade das frutas no presente estudo foi superior aos valores relatados por Antunes et al. (2014b). Além da influência do manejo realizado e das condições climáticas em cada local de cultivo, possivelmente foram obtidas frutas de melhor qualidade no presente estudo, devido à coleta de frutas com 100% de

maturação para realização das análises, diferentemente do estudo citado, no qual os autores relatam coleta de frutas com 75% de coloração vermelha.

Embora as frutas sejam colhidas geralmente com 75% de coloração vermelha, devido à alta perecibilidade do produto, sabe-se que frutas completamente maduras apresentam melhor qualidade. Ornelas-Paz et al. (2013), avaliando a qualidade de frutas de morangueiro em seis estádios de maturação, constataram que frutas com 75% de coloração vermelha contém 7,5 °Brix, 0,9% de acidez e 8,4 de relação SS/AT, sendo de menor qualidade que as frutas completamente maduras, no qual apresentam 9,0 °Brix, 0,7% de acidez e 12,9 de relação SS/AT. A realização da poda drástica das plantas não influenciou o teor de sólidos solúveis, entretanto as podas realizadas a partir de 15 de março proporcionaram diminuição da acidez das frutas, além de maior relação SS/AT do que as plantas que não foram podadas, possivelmente em virtude da maior exposição das frutas à radiação (Tabela 11).

Tabela 11- Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT de frutas de cultivares de morangueiro no segundo ciclo produtivo em função da data de poda. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Cultivar	SS (°Brix)	AT (% ácido cítrico)	SS/AT
Aromas	6,33 b	0,74 b	8,53 b
Albion	8,51 a	0,92 a	9,29 a
Data de poda			
1 de Março	7,12 ^{ns}	0,85 ab	8,34 ab
15 de Março	7,64	0,80 bc	9,64 a
1 de Abril	7,41	0,82 bc	8,98 a
15 de Abril	7,54	0,79 c	9,52 a
Sem poda	7,39	0,90 a	8,07 b
CV%	8,9	5,1	11,3

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

3.3.4 Análises de compostos bioativos

Em relação aos compostos bioativos, observou-se interação significativa entre os fatores cultivar e meses de avaliação no primeiro ciclo produtivo (Tabela 12). A comparação entre as cultivares apontou 'Albion' com maiores níveis de compostos fenólicos e atividade antioxidante em novembro, além de teores mais elevados de antocianinas em janeiro e na média geral desta variável. A cultivar Albion pode ter apresentado maiores valores de compostos fenólicos e atividade antioxidante em

virtude da menor quantidade de folhas (Tabela 3), expondo as frutas a maiores níveis de radiação, no qual é reconhecidamente um dos fatores que proporcionam maior incremento na produção de compostos bioativos (ATKINSON et al., 2006). De acordo com Meyers et al. (2003), avaliando oito cultivares de morangueiro, existe grande relação entre o conteúdo de antocianinas e a intensidade de coloração da polpa das frutas, sendo verificados maiores valores em cultivares com frutas de coloração vermelho mais intenso. Desta forma, os resultados do presente estudo estão coerentes, pois Carpenedo (2010) constatou que as frutas de 'Albion' são de coloração mais intensa do que 'Aromas'.

Diversos autores tem analisado compostos bioativos nas cultivares Aromas e Albion. Camargo et al. (2011), avaliando a qualidade pós-colheita de frutas produzidas em diferentes sistemas de cultivo, obtiveram menores teores de antocianinas na cultivar Aromas em relação ao presente estudo, sendo de apenas 34,10 mg/100g, por outro lado, Crizel (2012) obteve aproximadamente 105 mg/100g. Vignolo et al. (2012), analisando compostos bioativos de quatro cultivares de morangueiro, observaram teores de antocianinas de 56,64 mg/100g em frutas de 'Aromas', valores estes muito próximos aos encontrados por Ornelas-Paz et al. (2013), que foram de 56,4 mg/100g. Com relação aos compostos fenólicos, foram encontrados valores de 202,8 mg/100g a 495 mg/100g na cultivar Aromas e 235,8 mg/100g a 430 mg/100g na cultivar Albion (ROCHA et al., 2008; CRIZEL, 2012; VIGNOLO et al., 2012; CARVALHO et al., 2014).

Variações nos teores de compostos bioativos relacionados com os genótipos de morango também foram observadas por outros autores. Hernanz et al. (2007), estudando cinco cultivares de morangueiro, observaram que os teores de compostos fenólicos variam entre cultivares e também são influenciados pelo tipo de cultivo. Em outro trabalho de pesquisa, avaliando parâmetros nutricionais em 20 genótipos de morangueiro, Capocasa et al. (2008) observaram diferenças entre as cultivares e seus resultados indicaram que o efeito do genótipo sobre a qualidade nutricional do morango é mais forte do que as condições de cultivo.

Analisando-se as diferenças entre os meses de avaliação para cada cultivar, verificou-se níveis de compostos fenólicos e atividade antioxidante mais elevados em janeiro para 'Aromas' (Tabela 12). De acordo com Pereira e Cardoso (2012), os metabólitos secundários tem a função de proteger a planta contra condições adversas, produzindo maiores quantidades destes compostos em condições de

estresse, como, por exemplo, elevada radiação ultravioleta, corroborando com Wang e Zheng (2001). Possivelmente seja a explicação para os maiores teores observados em janeiro, devido à maior incidência de radiação do que em novembro (Figura 1), pois de acordo com Erkan et al. (2012), frutas radiadas com UV-C (radiação ultravioleta de 100-280 nm) apresentam maior atividade antioxidante do que frutas não expostas a tratamentos com radiação. Além disso, a maioria das frutas produzidas em janeiro são oriundas de flores terciárias e quaternárias, as quais segundo Anttonen et al. (2006) possuem maior atividade antioxidante do que frutas primárias e secundárias, encontradas em maior quantidade em novembro. Bordignon-Júnior (2008) também observou que compostos bioativos em frutas de morangueiro foram afetados pela época de colheita, sendo que o conteúdo de compostos fenólicos foi superior no período de colheita próximo ao verão. A temperatura do ar também influencia os compostos bioativos, pois Wang e Zheng (2001) demonstraram que plantas cultivadas sob temperaturas máximas e mínimas de 30°C/22°C, respectivamente, produzem frutas com maior atividade antioxidante que frutas produzidas sob 18°C/12°C.

O conteúdo de antocianinas foi superior em novembro para ambas as cultivares (Tabela 12). De acordo com dados da literatura (WANG; ZHENG, 2001), esperava-se obter aumento do teor de antocianinas em janeiro devido ao aumento da incidência de radiação, assim como ocorreu para compostos fenólicos e atividade antioxidante. No entanto, Bordignon-Júnior (2008) e Carvalho et al. (2014) demonstraram que diferentemente das demais cultivares avaliadas, a cultivar Aromas apresenta maiores teores de antocianinas em época de menor radiação.

Tabela 12- Compostos fenólicos, conteúdo de antocianinas e atividade antioxidante de morangos no primeiro ciclo produtivo em função dos meses de colheita. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Cultivar	Novembro	Janeiro	Média
	Compostos Fenólicos ¹		
Aromas	466,4 bB	513,8 aA	490,1 ^{ns}
Albion	499,2 aA	499,0 aA	499,1
CV%	6,8		4,6
Cultivar	Conteúdo de Antocianinas ²		
	Novembro	Janeiro	
Aromas	121,7 aA	90,2 bB	105,9 b
Albion	123,6 aA	105,2 aB	114,4 a
CV%	10,8		8,2
Cultivar	Atividade Antioxidante ³		
	Novembro	Janeiro	
Aromas	4228,0 bB	4752,3 aA	4490,2 ^{ns}
Albion	4590,2 aA	4638,5 aA	4614,4
CV%	10,1		6,8

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade de erro. ¹Compostos fenólicos totais expressos em mg do equivalente ácido clorogênico 100 g⁻¹ de amostra fresca. ²Antocianinas totais expressa em mg equivalente cianidina-3-glicosídeo 100 g⁻¹ de amostra fresca. ³Atividade antioxidante total expressa em µg equivalente trolox g⁻¹ de amostra fresca.

No segundo ciclo produtivo não foi observada interação significativa entre os fatores cultivar e data de poda para a variável atividade antioxidante, entretanto, houve efeito significativo dos fatores isolados (Tabela 13). A atividade antioxidante de frutas de 'Aromas' foi superior (6576,4 µg g⁻¹) do que em frutas de 'Albion' que obtiveram 6014,4 µg g⁻¹. Embora as diferenças entre os ciclos não tenham sido comparadas estatisticamente, observa-se valores superiores de atividade antioxidante no segundo ciclo em comparação ao primeiro ciclo produtivo (4490,2 µg g⁻¹ e 4614,4 µg g⁻¹ em 'Aromas' e 'Albion', respectivamente). Este fato pode ser explicado em virtude das condições adversas encontradas no segundo ciclo, devido à realização de poda drástica e estado de dormência, além da idade das plantas.

A atividade antioxidante também foi influenciada pelo fator poda, sendo verificados menores valores nas plantas sem poda do que nas plantas podadas em 15 de abril, sem diferir dos demais tratamentos (Tabela 13). Embora tenha-se observado diferença significativa apenas entre estes dois tratamentos citados, verifica-se influência da poda nesta variável, pois os valores observados nos tratamentos com poda variaram de 6353,4 µg g⁻¹ a 6756,9 µg g⁻¹ contra apenas 5526,5 µg g⁻¹ no tratamento sem poda. A realização da poda é uma prática de manejo que visa manter a produção e a qualidade das frutas estável ao longo dos anos, melhorar a circulação de ar, diminuir a incidência de doenças ou mesmo

aumentar a qualidade funcional da fruta, pela maior penetração da radiação solar (YARBOROUGH, 2006; PESCIÉ et al., 2011).

Tabela 13- Compostos fenólicos, conteúdo de antocianinas e atividade antioxidante de frutas de cultivares de morangueiro no segundo ciclo produtivo em função da data de poda. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Cultivar	Compostos fenólicos	Conteúdo de Antocianinas	Atividade antioxidante
Aromas	593,6 ^{ns}	85,3 ^{ns}	6576,4 a
Albion	581,9	88,0	6014,4 b
Data de poda			
1 de Março	592,7 ^{ns}	84,7 ^{ns}	6436,8 ab
15 de Março	593,0	86,9	6353,4 ab
1 de Abril	595,7	86,0	6403,2 ab
15 de Abril	612,8	87,3	6756,9 a
Sem poda	544,5	88,3	5526,5 b
CV%	10,1	17,6	12,8

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade de erro. ¹Compostos fenólicos totais expressos em mg do equivalente ácido clorogênico 100 g⁻¹ de amostra fresca. ²Antocianinas totais expressa em mg equivalente cianidina-3-glicosídeo 100 g⁻¹ de amostra fresca. ³Atividade antioxidante total expressa em µg equivalente trolox g⁻¹ de amostra fresca.

3.3.5 Avaliação final

No mês de dezembro de 2012, após o encerramento do experimento, as plantas foram coletadas a fim de realizar as avaliações de número de coroas, massa seca de coroas e de folhas, além de contagem de plantas sobreviventes, sendo os resultados apresentados na Tabela 14. Através dos dados analisados, pôde-se comprovar que a cultivar Aromas é realmente mais vigorosa do que 'Albion', obtendo maior número de coroas (16,5), massa seca de coroas (12,5 g) e de folhas (23,5 g). As plantas de 'Albion' apresentaram apenas 6,8 coroas por planta, além de 5,7 g e 9,9 g de massa seca de coroas e de folhas, respectivamente.

O maior número de coroas obtido em plantas de 'Aromas', provavelmente influenciou positivamente diversas outras variáveis avaliadas no presente estudo, proporcionando maior número de folhas, estolões e inflorescências (Tabelas 3, 4, 5 e 6). A coroa tem função de regular as atividades metabólicas das plantas, além de manter flores e frutas durante períodos de condições climáticas desfavoráveis (HANCOCK, 1999). Segundo Han et al. (1993), variáveis produtivas são altamente relacionadas ao diâmetro e número de coroas, podendo prever o potencial produtivo das plantas em função destas estruturas de reserva.

A porcentagem de plantas sobreviventes foi superior na cultivar Aromas, sendo de 96%, valor este bem alto em se tratando de dois ciclos consecutivos, totalizando 17 meses do transplante das mudas até o término do experimento. A maior mortalidade de plantas de 'Albion' pode estar relacionada ao menor número de coroas, pois a morte de poucas coroas pode causar grandes prejuízos ao desenvolvimento de plantas desta cultivar, diferentemente das plantas de 'Aromas' que mesmo perdendo algumas coroas, consegue se manter devido ao elevado número dessas estruturas.

Os tratamentos de poda influenciaram somente a massa seca de folhas, sendo observado maiores valores nas plantas sem poda em comparação àquelas podadas em abril, porém sem diferir das plantas podadas em março. Assim como já relatado nos resultados da Tabela 4, referente à coleta de folhas realizada mensalmente durante o segundo ciclo, as plantas podadas tardiamente apresentam maior dificuldade para retomar o crescimento, devido às condições desfavoráveis que ocorrem a partir de abril (Figura 1).

Tabela 14- Número, massa seca de coroas e de folhas e plantas sobreviventes de cultivares de morangueiro ao final do segundo ciclo produtivo em função da data de poda. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Cultivar	Nº de coroas	Massa seca de coroas (g)	Massa seca de folhas (g)	Plantas sobreviventes (%)
Aromas	16,5 a	12,5 a	23,5 a	96 a
Albion	6,8 b	5,7 b	9,9 b	78 b
Data de poda				
1 de Março	11,1 ^{ns}	10,0 ^{ns}	15,6 ab	94 ^{ns}
15 de Março	11,5	7,7	17,7 ab	84
1 de Abril	11,0	10,1	14,9 b	81
15 de Abril	11,7	8,4	14,5 b	88
Sem poda	13,1	9,4	19,0 a	87
CV%	16,7	20,0	15,1	15,9

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

3.4 Conclusões

A cultivar Aromas é mais produtiva do que 'Albion' durante os dois ciclos de cultivo, porém apresenta frutas com menor teor de sólidos solúveis, acidez titulável e relação SS/AT.

As frutas de 'Albion' possuem maiores teores de compostos bioativos durante o primeiro ciclo, por outro lado, 'Aromas' apresenta maior atividade antioxidante no segundo ciclo.

Apesar de melhorar a qualidade das frutas, não recomenda-se realização da poda drástica das plantas ao final do primeiro ciclo, pois diminui a produção de frutas durante o segundo ciclo.

3.5 Referências

ACUÑA-MALDONADO, L. E.; PRITTS, M. P. Carbon and nitrogen reserves in perennial strawberry affect plant growth and yield. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 133, n. 6, p. 735–742, 2008.

ANDRIOLO, J. L.; JANISCH, D. I.; SCHMITT, O. J.; VAZ, M. A. B.; CARDOSO, F. L.; ERPEN, L. Concentração da solução nutritiva no crescimento da planta, na produtividade e na qualidade de frutas do morangueiro. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 684-690, 2009.

ANTTONEN, M. J.; HOPPULA, K. I.; NETBY, R.; VERHEUL, J. M.; KARJALAINEN, R. O. Influence of fertilization, mulch color, early forcing, fruit order, planting date, shading, growing environment, and genotype on the contents of selected phenolics in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 2614–2620, 2006.

ANTUNES, O. T.; CALVETE, E. O.; ROCHA, H. C.; NIENOW, A. A.; MARIANI, F.; WESP, C. L. Floração, frutificação e maturação de frutos de morangueiro cultivados em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 426–430, 2006.

ANTUNES, L. E. C.; PERES, N. A. Strawberry production in Brazil and South America. **International Journal of Fruit Science**, v. 13, n. 1-2, 2013.

ANTUNES, L. E. C.; VIGNOLO, G. K.; GONÇALVES, M. A. Morango mostra tendência de crescimento de mercado. **Campo & Negócios**, Uberlândia, p. 54-57, 2014a.

ANTUNES, M. C.; CUQUEL, F. L.; ZAWADNEAK, M. A. C.; MOGOR, A. F.; RESENDE, J. T. V. Postharvest quality of strawberry produced during two consecutive seasons. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p. 168-173, 2014b.

ASSIS, M. Produção de matrizes e mudas de morangueiro no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 2., ENCONTRO DE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS, 1., 2004, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 45-50. (Documentos, 124).

ATKINSON, C. J.; DODDS, P. A. A.; FORD, Y. Y.; LE MIÈRE, J.; TAYLOR, J. M.; BLAKE, P. S.; PAUL, N. Effects of cultivar, fruit number and reflected photosynthetically active radiation on *Fragaria x ananassa* productivity and

fruitellagic acid and ascorbic acid concentrations. **Annals of Botany**, v. 97, p. 429-441, 2006.

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

BORDIGNON-JÚNIOR, C. L. **Análise química de cultivares de morango em diferentes sistemas de cultivo e época de colheita**. 2008. 144f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo.

BOSC, J. P. Effect of two diurnal temperatures during simulated natural chilling of 'Gariguette' strawberry. **Journal of Berry Research**, v. 3, n. 4, p. 213-216, 2013.

BRADFORD, E.; HANCOCK, J. F.; WANER, R. M. Interactions of temperature and photoperiod determine expression of repeat flowering in strawberry. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 135, p. 102-107, 2010.

BRAND-WILIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 25-30. 1995.

BRUGNARA, E. C.; COLLI, M. P.; VERONA, L. A. F.; SCHWENGHER, J. E.; ANTUNES, L. E. C. Desempenho do morangueiro sob filme de polietileno transparente e leitoso. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 27, n. 1, p. 66-70, 2014.

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

CALVETE, E. O.; ROCHA, H. C.; TESSARO, F.; CECCHETTI, D.; NIENOW, A. A.; LOSS, J. T. Polinização de morangueiro por *Apis mellifera* em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 181-188, 2010.

CAMARGO, L. K. P.; RESENDE, J. T. V.; GALVÃO, A. G.; CAMARGO, C. K.; BAIER, J. E. Desempenho produtivo e massa média de frutos de morangueiro obtidos de diferentes sistemas de cultivo. **Ambiência**, Guarapuava, v. 6, n. 2, p. 281-288, 2010.

CAMARGO, L. K.; RESENDE, J. T. V.; TOMINAGA, T. T.; KURCHAIT, S. M.; CAMARGO, C. K.; FIGUEIREDO, A. S. Postharvest quality of strawberry fruits produced in organic and conventional systems. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 577-583, 2011.

CAPOCASA, F.; SCALZO, J.; MEZZETTI, B.; BATTINO, M. Combining quality and antioxidant attributes in the strawberry: The role of genotype. **Food Chemistry**, v. 111, p. 872-87, 2008.

CARPENEDO, S. **Produção e qualidade das frutas de diferentes cultivares de morangueiro**. 2010. 65f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

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

CARVALHO, S.; CORRÊA, A. P. A.; FERREIRA, L. V.; VIZZOTTO, M.; ANTUNES, L. E. C. Compostos bioativos e atividade antioxidante em cultivares de morangos de dias neutros. **Magistra**, v. 26, p. 1058-1061, 2014.

CASIERRA-POSADA, F.; TORRES, I. D.; RIASCOS-ORTIZ, D. H. Growth partially defoliated strawberry plants cultivated in the tropical highlands. **Revista Actualidad e Divulgación Científica**, v. 15, n. 2, p. 349-355, 2012.

CASIERRA-POSADA, F.; TORRES, I. D.; BLANKE, M. M. Fruit quality and yield in partially defoliated strawberry plants in the tropical highlands. **Gesunde Pflanzen**, v. 65, p. 107–112, 2013.

CECATTO, A. P.; CALVETE, E. O.; NIENOW, A. A.; COSTA, R. C.; MENDONÇA, H. F. C.; PAZZINATO, A. C. Culture systems in the production and quality of strawberry cultivars. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 35, n. 4, p. 471–478, 2013.

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

COCCO, K. L. T. **Fenologia, potencial produtivo e fontes de adubação no cultivo do morangueiro**. 2014a. 85f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen.

COCCO, C. **Produção e qualidade de mudas e frutas de morangueiro no Brasil e na Itália**. 2014b. 124f. Tese (Doutorado em Agronomia). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBCS/CQFS. 400 p, 2004.

COSTA, G. G. **Produção e qualidade de frutos do morangueiro, sob diferentes tensões da água no solo**. 2011. 76f. Mestrado (Dissertação em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CRIZEL, R. G. **Efeito da radiação UV-C durante o cultivo de morangos: aspectos bioquímico-fisiológicos e tecnológicos**. 2012. 124f. Mestrado (Dissertação em Ciência e Tecnologia Agroindustrial). Universidade Federal de Pelotas, Pelotas.

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

DAUGAARD, H.; SORENSEN, L.; LOSCHENKOHL, B. Effect of plant spacing, nitrogen fertilisation, postharvest defoliation and finger harrowing in the control of *Botrytis cinerea* Pers. in strawberry. **European Journal of Horticultural Science**, v. 68, p. 77-82, 2003.

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

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

ERKAN, M.; WANG, S. Y.; WANG, C. Y. Effect of UV treatment on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activity and decay in strawberry fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 48, p. 163-171, 2012.

ESHGHI, S.; TAFAZOLI, E.; DOKHANI, S.; RAHEMI, M.; EMAM, Y. Changes in carbohydrate contents in shoot tips, leaves and roots of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) during flower-bud differentiation. **Scientia Horticulturae**, v. 113, n. 3, p. 255–260, 2007.

FAGHERAZZI, A. F. **Avaliação de cultivares de morangueiro no Planalto Sul Catarinense**. 2013. 85f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages.

FULEKI, T.; FRANCIS, F. J. Quantitative determination of anthocyanins. Determination of total anthocyanins and degradation index for cranberry juice. **Journal Food Science**, v. 33, n. 1, p. 78-83, 1968.

GARATE, A.; MANZANARES, M.; RAMON, A. M.; CARPENA, A.; RUIZ, R. O. Boron requirement of strawberry (*Fragaria ananassa* L. cv. Douglas) grown in hydroponic culture. **Acta Horticulturae**, v. 287, p. 207-210, 1991.

GUIMARÃES, A. G.; VIEIRA, G.; BATISTA, A. G.; PINTO, N. A. V. D.; VIANA, D. J. S. Características físico-químicas e antioxidantes de cultivares de morangueiro no Vale do Jequitinhonha. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 7, n. 2, p. 35-40, 2013.

HAN, W.; KIM, Y. D.; KANG, S. G.; MONN, J. S.; SONG, C. H.; CHANG, J. I.; PARK, Y. B. Studies on the establishment of hydroponics. 1. The effect of media on the quality and yield of strawberry in hydroponics. **Journal of Agricultural Science Horticulture**, v. 35, n. 2, p. 401- 409, 1993.

HANCOCK, J. F. **Strawberries**. Wallingford: CABI, 1999. 237 p.

HERNANZ, D.; RECAMALES, A.; MELENDEZ-MARTINEZ, A.; GONZALEZ-MIRET, M.; HEREDIA, F. Assessment of the differences in the phenolic composition of five strawberry cultivars (*Fragaria X ananassa* Duch.) grown in two different soilless systems. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 55, p. 1846-1852, 2007.

JANISCH, D. I.; OLIVEIRA, C.; COCCO, C.; ANDRIOLO, J. L.; ERPEN, L.; VAZ, M. A. B. Produção de frutos do morangueiro em diferentes épocas de plantio em Santa Maria, RS. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, p. 1975-1978, 2008.

JANISCH, D. I.; ANDRIOLO, J. L.; TOSO, V.; SANTOS, K. G. F. DOS; SOUZA, J. M. DE. Nitrogen for growth of stock plants and production of strawberry runner tips. **Bragantia**, Campinas, v. 71, n. 3, p. 394–399, 2012.

LEDESMA, N. A.; SUGIYAMA, F. Pollen quality and performance in strawberry plants exposed to high-temperature stress. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 130, p. 341-347, 2005.

LYU, C.; YANG, W.; LI, K. Partial defoliation and runner removal affect runnering, fruiting, leaf photosynthesis and root growth in 'Toyonoka' strawberries for subtropical winter production. **Horticulture, Environment and Biotechnology**, v. 55, n. 5, p. 372-379, 2014.

IQBAL, N.; MASOOD, A.; KHAN, N. A. Analyzing the significance of defoliation in growth, photosynthetic compensation and source sink relations. **Photosynthetica**, v. 50, p. 161-170, 2012.

MAZARO, S. M.; MANGNABOSCO, M. C.; CITADIN, I.; PAULUS, D.; GOUVEA, A. Produção e qualidade de morangueiro sob diferentes concentrações de calda bordalesa, sulfocálcica e biofertilizante supermagro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 3285–3294, 2013.

MENDONÇA, H. F. C.; CALVETE, E. O.; NIENOW, A. A.; COSTA, R. C.; ZERBIELLI, L.; BONAFÉ, M. Estimativa do filocrono de morangueiro em sistemas consorciado e solteiro em ambientes protegidos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, n. 1, p. 15–23, 2012.

MEYERS, K.; WATKINS, C.; PRITTS, M. P.; LIU, R. H. Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, n. 23, p. 6887-6892, 2003.

MIRANDA, F. R.; SILVA, V. B.; SANTOS, F. S. R.; ROSSETTI, A. G.; SILVA, F. B. S. Production of strawberry cultivars in closed hydroponic systems and coconut fibre substrate. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 4, p. 833-841, 2014.

MOTA, F. S.; BEIRSDORF, M. I. C.; ACOSTA, M. J. **Estação Agroclimatológica de Pelotas**: realizações e programa de trabalho. Pelotas: UFPEL, 1986.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Desempenho produtivo de mudas nacionais e importadas de morangueiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.2 8, n. 3, p. 520–522, 2006.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Produção de morangueiro cv. “Cegnidarem” sob túnel plástico. **Ciência Rural**, v. 38, n. 9, p. 2613–2617, 2008.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B.; FINKENAUER, D. Produção de morangueiro da cv. Camino Real em sistema de túnel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 3, p. 681-684, 2008.

ORNELAS-PAZ, J. D.; YAHIA, E. M.; RAMIREZ-BUSTAMANTE, N.; PEREZ-MARTINEZ, J. D.; ESCALANTE-MINAKATA, M. D. Physical attributes and chemical composition of organic strawberry fruit (*Fragaria x ananassa* Duch, cv. Albion) at six stages of ripening. **Food Chemistry**, v. 138, n. 372-381, 2013.

OSMAN, A. B.; DODD, P. B. Effects of different levels of preharvest shading on the storage quality of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duchesne) cv. Ostara II. Chemical Characteristics. **Journal Tropical Agricultural Science**, v. 17, n. 1, p. 65-71, 1994.

OTTO, R. F.; MORAKAMI, R. K.; REGHIN, M. Y.; CAÍRES, E. F. Cultivares de morango de dia neutro: produção em função de doses de nitrogênio durante o verão. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 217–221, 2009.

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, R. J.; CARDOSO, M. G. Metabólitos secundários vegetais e benefícios antioxidantes. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 3, n. 4, p. 146-152, 2012.

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

PESCIE, M.; BORDA, M.; FEDYSZAK, P.; LÓPEZ, C. Effect of time and intensity of pruning on the yield and fruit quality of southern highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum*) var. O’neal in Buenos Aires province. **Revista de Investigaciones Agropecuarias**, v. 37, p. 268-274, 2011.

PINELLI, L. D. O.; MORETTI, C. L.; SANTOS, M. S. dos; CAMPOS, A. B.; BRASILEIRO, A. V.; CÓRDOVA, A. C.; CHIARELLO, M. D. Antioxidants and other chemical and physical characteristics of two strawberry cultivars at different ripeness stages. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 24, n. 1, p. 11–16, 2011.

PIRES, R. C. de M.; FOLEGATTI, M. V.; PASSOS, F. A.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E. Vegetative growth and yield of strawberry under irrigation and soil mulches for different cultivation environments. **Scientia Agrícola**, v. 63, p. 471-475, 2006.

RESENDE, J. T. V.; CAMARGO, L. K. P.; ARGANDOÑA, E. J. S.; MARCHESE, A.; CAMARGO, C. K. Sensory analysis and chemical characterization of strawberry fruits. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 3, p. 371-374, 2008.

REISSER JÚNIOR, C.; ANTUNES, L. E. C. Tendência: produção de morangos fora do solo. **Campo & Negócios**, n. 115, p. 55-57, 2014.

ROCHA, D. A.; ABREU, C. M. P.; CORRÊA, A. D.; SANTOS, C. D.; FONSECA, E. W. N. Análise comparativa de nutrientes funcionais em morangos de diferentes cultivares na região de Lavras-MG. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 1124–1128, 2008.

ROSA, H. T. **Emissão e crescimento de folhas e seus efeitos na produção de frutas de duas cultivares de morangueiro**. 2010. 84f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

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

RUAN, J.; YEOUNG, Y. R.; LARSON, K. D. Influence of cultivar, planting date, and planting material on yield of day-neutral strawberry cultivars in highland areas of Korea. **Horticulture, Environment and Biotechnology**, v. 52, n. 6, p. 567-575, 2011.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos. 2006. 306 p.

SCHMITT, O. J.; ANDRIOLO, J. L.; TOSO, V.; JANISCH, D. I.; PICIO, M. D.; LERNER, M. A. Frigoconservação das pontas de estolões na produção de muda com torrão e frutas de morangueiro. **Ciência Rural**, v. 42, n. 6, p. 955–961, 2012.

SEVERO, J.; GALARÇA, S. P.; AIRES, R. F.; CANTILLANO, R. F. F.; ROMBALDI, C. V.; SILVA, J. A. Avaliação de compostos fenólicos, antocianinas, vitamina C e capacidade antioxidante em mirtilo armazenado em atmosfera controlada. **Brazilian Journal of Food Technology**, p. 65-70, 2009.

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**, Belo Horizonte, v. 28, n. 236, p. 7-13, 2007.

SILVA, T. P. **Características produtivas e físico-químicas de frutos de morangueiro orgânico cultivado com o uso de extrato de algas**. 2011. 121f. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SPECHT, S.; BLUME, R. A competitividade da cadeia do morango no Rio Grande do Sul. **Revista de Administração e Negócios da Amazônia**, v. 3, n. 1, p. 35-59, 2011.

STRAND, L. L. Strawberry growth and development. In: Integrated pest management for strawberries. Flint, M.L. (ed). **Publication 3351**. University of California. Statewide IPM Project. 1994.

STRASSBURGER, A. S.; PEIL, R. M. N.; SCHWENGBER, J. E.; MARTINS, D. D. S.; MEDEIROS, C. A. B. Crescimento do morangueiro: influência da cultivar e da posição da planta no canteiro. **Ciência Rural**, v. 41, p. 223–226, 2011.

SWAIN, T.; HILLS, W. E. The phenolic constituents of *Punus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 19, p. 63-68, 1959.

TANINO, K. K.; WANG, R. Modeling chilling requirement and diurnal temperature differences on flowering and yield performance in strawberry crown production. **HortScience**, v. 43, n. 7, p. 2060-2065, 2008.

TEIXEIRA, R. P.; PEREIRA, G. M.; SOUZA, R. J.; GARCIA, H. H.; GAMA, G. B. N. Análise das tensões de água no solo cultivado com morangueiro sob poda. **Irriga, Botucatu**, v. 18, p. 25-42, 2013.

VERDIAL, M. F.; TESSARIOLI NETO, J.; MINAMI, K.; SCARPARE FILHO, J. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; SCARPARE, F. V.; BARELA, J. F.; AGUILA, J. S.; KLUGE, R. A. Vernalização em cinco cultivares de morangueiro. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, p. 976–981, 2007.

VIGNOLO, G. K.; ARAUJO, V. F.; ANTUNES, L. E. C.; PICOLOTTO, L.; VIZZOTTO, M.; FERNANDES, A. Produção de frutos e compostos funcionais de quatro cultivares de morangueiro. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 3470-3476, 2012.

YARBOROUGH, D. E. **Blueberry pruning and pollination**. In: CHILDERS, N.F. (Ed.). Blueberries for growers, gardeners, promoters. Horticultural Publications, 2006. p. 75-83.

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

WANG, S. Y.; ZHENG, W. Effect of plant growth temperature on antioxidant capacity in strawberry. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 49, p. 4977–4982, 2001.

WITTER, S.; RADIN, B.; LISBOA, B. B.; TEIXEIRA, J. S. G.; BLOCHTEIN, B. IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Desempenho de cultivares de morango submetidas a diferentes tipos de polinização em cultivo protegido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 1, p. 58–65, 2012.

4. Capítulo 2- Produção e qualidade de morangos durante dois ciclos consecutivos sob influência do tipo de filme do túnel baixo e cor do *mulching* plástico

4.1 Introdução

A cultura do morangueiro é normalmente cultivada em ciclo anual devido à maior incidência de doenças e menor produtividade no segundo ciclo produtivo, eliminado-se as plantas em dezembro, após o cultivo durante 6 a 8 meses, dependendo da data de plantio (RESENDE et al., 2010; VIGNOLO et al., 2011). Porém, estudos recentes tem demonstrado a possibilidade de produção de frutas por dois ciclos consecutivos, podendo totalizar 18 meses de cultivo. Esta é uma tecnologia recente que está sendo utilizada por alguns produtores com o objetivo de reduzir custos, já que o produtor não necessita realizar o plantio de novas mudas a cada ano, além de utilizar o *mulching* plástico por mais tempo, economizando mão de obra e outros gastos que teria, caso tivesse que implantar uma nova área de produção. Entretanto, a principal vantagem é a possibilidade de produzir frutas durante todo o ano, obtendo melhores preços pelo morango, devido à produção em meses que existe escassez de frutas no mercado (TEIXEIRA et al., 2013; ANTUNES et al., 2014; BRUGNARA et al., 2014).

Com a introdução da plasticultura na produção agrícola, o morangueiro passou a ser cultivado com algum tipo de proteção plástica, seja em túneis baixos, altos ou casas plásticas. Grande parte dos agricultores tem preferência pela utilização de túneis baixos para a cultura do morangueiro em comparação a outras estruturas de maior porte, devido ao menor custo de implantação e a possibilidade de rotação das áreas de cultivo, fator importante para evitar maiores problemas com doenças (STRASSBURGER et al., 2009).

O túnel baixo transparente está sendo utilizado no sul do Brasil há vários anos com sucesso na cultura do morangueiro, com amplo conhecimento do comportamento das plantas sob esse tipo de plástico (RESENDE et al., 2010; VIGNOLO et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2011; SCHMITT et al., 2012), porém existe outro tipo de plástico, conhecido como leitoso ou opaco, que tem a função de diminuir a temperatura do ar nas épocas mais quentes do ano. Entretanto, este tipo de plástico reduz a radiação incidente nas folhas, podendo ser constatada

diminuição de produção comparada ao uso do plástico transparente (REISSER JÚNIOR et al., 2011; BRUGNARA et al., 2014). No entanto, esta diminuição da produção não ocorre para todas as cultivares, pois segundo Brugnara et al. (2014), as cultivares Monterey, Aromas e San Andreas não foram influenciadas pelo uso do túnel leitoso, havendo diferença significativa apenas para 'Portola'. Além disso, vale ressaltar que nos trabalhos citados, o túnel leitoso foi usado em todo o ciclo, devendo ser estudado o uso deste tipo de plástico apenas no verão, de forma a não comprometer o crescimento das plantas pela falta de luz em épocas de menor radiação solar incidente.

Uma das práticas culturais mais importantes para a cultura do morangueiro é a utilização de cobertura do solo, que consiste na aplicação de qualquer cobertura na superfície do solo que forme uma barreira física à transferência de energia e vapor d'água entre o solo e a atmosfera (STRASSBURGER et al., 2009). O *mulching* é a tecnologia usada para a cobertura de canteiros de morangueiro com a finalidade de proteger o solo, manter a umidade, melhorar o aproveitamento de fertilizantes, reduzir a infestação de plantas daninhas e evitar o contato direto do morango com o solo (UENO, 2014). Diversos materiais vegetais podem ser utilizados para a cobertura do solo, como a casca de arroz, acícula de *Pinus*, palha de milho triturada, entre outros, porém a cobertura plástica proporciona maior produtividade às plantas de morangueiro do que estes materiais citados (MATHAD; JHOLGIKER, 2005; VAITATI; SALLES, 2010).

O plástico de cor preta é o mais comumente usado (SCHMITT et al., 2012; PEREIRA et al., 2013), porém diversos autores estudaram a influência da cor da cobertura plástica do solo no desenvolvimento e produtividade de plantas de morangueiro, podendo ser utilizados plásticos de cor branca, prata, vermelha, verde, azul, além do plástico transparente (MOHAMED, 2002; MATHAD; JHOLGIKER, 2005; MEDINA et al., 2009; CASIERRA-POSADA et al., 2011; YURI et al., 2012). A cor do plástico afeta sua temperatura e consequentemente a temperatura do solo, no qual influencia a produção e qualidade das frutas. O plástico branco proporciona menor temperatura do solo, porque reflete 85% da radiação solar e somente 1 a 2% da radiação é transmitida para o solo, sendo benéfico o uso desta cor de plástico em épocas de temperaturas elevadas como o verão, pois temperaturas do solo acima de 31°C inibem o crescimento radicular (LARSON et al., 1994; OCHMIAN et al., 2007). Já o plástico preto absorve praticamente toda radiação solar causando as

maiores temperaturas do solo comparado com outras cores, já que esta radiação é transformada em energia térmica, sendo a maior parte transferida para o solo por condução e o restante transmitida para a atmosfera por convecção (MEDINA et al., 2009). A temperatura do solo abaixo do plástico preto durante o verão pode chegar a 50°C, já em plásticos que refletem mais a radiação, como os de cor branca e prata, esta temperatura decresce para 30°C (ATKINSON et al., 2006).

Adicionalmente, relata-se como grande vantagem do uso dos *mulchings* branco e prata, a maior refletividade da radiação. De acordo com Atkinson et al. (2006), plásticos que refletem maior quantidade de radiação, proporcionam maior produção e qualidade de frutas quando comparado ao plástico preto, devido à maior atividade fotossintética realizada pelas folhas, as quais recebem maior quantidade de luz.

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo, avaliar a produção e qualidade de frutas de morangueiro durante dois ciclos consecutivos sob influência do filme do túnel baixo e cor do *mulching* plástico.

4.2 Material e métodos

O experimento foi realizado durante o período de julho de 2012 a novembro de 2013 na Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, localização geográfica de 31°40'S e 52°26'W, com 60 m de altitude. O solo da área experimental é um argissolo vermelho eutrófico típico (SANTOS et al., 2006). A classificação do clima da região, conforme Köppen é do tipo “cfa” – clima temperado, com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e verões quentes (MOTA et al., 1986).

Utilizou-se no experimento a cultivar Aromas, classificada como cultivar de dia neutro e proveniente do programa de melhoramento genético da Universidade da Califórnia. As mudas utilizadas no experimento foram adquiridas da Empresa Maxxi Mudas, com sede no município de Feliz-RS, sendo produzidas no viveiro Patagonia Agrícola S.A. Utilizaram-se mudas de raízes nuas, não sendo efetuado nenhum tipo de poda do sistema radicular antes do plantio. As mudas foram padronizadas conforme o diâmetro da coroa, sendo selecionadas apenas aquelas acima de 8 mm.

Os canteiros foram preparados com enxada rotativa encanteiradora, construindo-se canteiros com aproximadamente 0,20 m de altura. Foram utilizados quatro canteiros, com dimensões de 1 x 20 m e caminhos de 0,5 m. A correção do

solo foi realizada conforme o resultado da análise química das amostras, levando-se em consideração as recomendações do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS, 2004) para a cultura do morangueiro. Para a correção do pH utilizou-se calcário dolomítico com PRNT de 98%. Após a adubação de base, instalou-se o sistema de irrigação por gotejamento, com duas linhas de fitas gotejadoras em cada canteiro, com espaçamento entre gotejadores de 0,15 m. A irrigação das plantas foi realizada por gotejamento, sendo sua necessidade monitorada pelo método de tensão da água no solo com o auxílio de tensiômetro de vacuômetro instalado a 0,10 m de profundidade, mantendo-se o solo próximo à capacidade de campo (0,01 a 0,03 MPa), segundo recomendações de Pires et al. (2006). A fertirrigação foi feita semanalmente, através do sistema de irrigação.

A cobertura do solo foi realizada com plástico de 25 micras de espessura, colocado sobre os canteiros antes do transplante das mudas, sendo a cor do *mulching* dependente do tratamento (Anexo 2A). O transplante das mudas foi realizado no dia 09/07/2012. O espaçamento utilizado foi de 0,3 x 0,3 m, com três fileiras de plantas em cada canteiro. Sobre cada canteiro de 20 m foram construídos três túneis baixos, com filme de polietileno de baixa densidade com 75 micras de espessura, sendo transparente ou leitoso, dependendo do tratamento (Anexo 2B). O plástico leitoso proporcionava aproximadamente 50% de sombreamento às plantas. A troca do plástico transparente pelo leitoso no verão, no tratamento com combinação dos dois filmes de túnel baixo, foi realizada no dia 17/12/2012, já a troca do túnel leitoso pelo transparente no outono, ocorreu no dia 22/03/13. O controle do aumento excessivo da temperatura e renovação do ar no interior dos túneis, foram realizados mediante a abertura lateral do plástico do túnel baixo nas primeiras horas da manhã e fechamento no entardecer. Em dias de chuva e/ou ventos fortes, foram mantidos parcial ou totalmente fechados.

Durante todo o experimento realizou-se o monitoramento de pragas e doenças nas plantas e mediante o aparecimento de sintomas, medidas de controle foram aplicadas. O manejo de plantas daninhas, a remoção de folhas secas ou com sintomas de doenças e de estolões foram realizados manualmente durante todo o ciclo da cultura.

4.2.1 Avaliações

4.2.1.1 Dados meteorológicos

Para a realização deste trabalho foram coletados dados de temperatura do ar e do solo ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar (UR%) e radiação fotossinteticamente ativa (PAR) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). A coleta dos dados foi realizada através de um registrador de dados modelo 3000 da marca Campbell, que faz leituras a cada 6 segundos e registra a média a cada hora. Os sensores usados para medir a radiação foram colocados em barras de alumínio com 1 m de comprimento que serviam de suporte para cinco pastilhas de silício amorfo. Para medição da radiação refletida por cada cor de *mulching* plástico, instalaram-se as barras a 30 cm de altura com os sensores posicionados para baixo (Anexo 2C), já a medição da radiação incidente foi realizada logo abaixo do túnel transparente e do túnel leitoso, colocando-se barras a 80 cm de altura com os sensores posicionados para cima (Anexo 2D).

Para a coleta dos dados de temperatura do ar dentro de cada túnel baixo e temperatura do solo abaixo de cada cor de *mulching* plástico foram utilizados termopares do tipo junta bimetálica cobre-constantan. A temperatura do ar foi mensurada na altura de 30 cm acima do *mulching* e a temperatura do solo a 5 cm de profundidade. Na extremidade do canteiro (parte externa) foram instalados os mesmos sensores para medição das variáveis meteorológicas, sem utilização de túnel baixo e *mulching*, realizando capinas periódicas para manter o solo sem vegetação. Os dados foram registrados desde agosto de 2012 até abril de 2013.

4.2.1.2 Desenvolvimento das plantas

- Início da floração: considerado quando 50% das plantas apresentaram pelo menos uma flor aberta;
- Início da maturação das frutas: considerado quando 50% das plantas em cada subparcela apresentaram pelo menos uma fruta com mais de 75% de coloração vermelha;
- Início do estolonamento: considerado quando 50% das plantas em cada subparcela apresentaram pelo menos um estolão;

- Emissão de estolões: durante todo o ciclo, foram contados todos os estolões emitidos pelas plantas e posteriormente colocados em estufa a 65°C para avaliação de massa seca dos estolões;

- Massa seca de folhas: mensalmente foram retiradas folhas secas e doentes e colocadas em sacos de papel devidamente identificado, sendo posteriormente levados para estufa a 65°C.

4.2.1.3 Produção de frutas

As frutas foram colhidas com mais de 75% de coloração vermelha, sendo descartadas frutas com menos de 6g. Imediatamente após cada colheita eram contadas e pesadas em balança digital. A massa média de fruta foi calculada através do quociente entre a massa e o número de frutas obtidas em cada colheita. A colheita das frutas iniciou em quatro de setembro de 2012, estendendo-se até 25 de novembro de 2013.

4.2.1.4 Análises físico-químicas

Foram coletadas cinco frutas por parcela e levadas ao laboratório de análises químicas para realização das análises descritas a seguir. As avaliações de sólidos solúveis e acidez titulável foram realizadas em novembro de 2012, março e agosto de 2013. O tamanho da fruta foi mensurado em outubro de 2012, janeiro, abril, julho e outubro de 2013. Os resultados apresentados são referentes à média das coletas para cada variável analisada.

- Sólidos solúveis (SS): determinado por refratometria, através de refratômetro digital portátil de bancada com correção da temperatura, utilizando-se uma gota de suco puro, expressando-se o resultado em °Brix;

- Acidez titulável (AT): determinada através da titulação potenciométrica com NaOH 0,1N até pH 8,1 de 10 g da amostra triturada em 90 ml de água destilada. Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico;

- Relação SS/AT: calculada através da razão entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável;

- Tamanho de fruta: foram avaliados o diâmetro e o comprimento das frutas com auxílio de paquímetro digital.

4.2.1.5 Análises de compostos bioativos

Foram coletadas dez frutas por parcela e levadas ao laboratório de análises químicas para realização das análises descritas a seguir. As avaliações foram realizadas em março e agosto de 2013, sendo apresentados os resultados referentes à média destas duas coletas.

- Antocianinas: realizada através da metodologia adaptada de Fuleki e Francis (1968). A leitura das amostras foi realizada a 535nm em espectrofotômetro. Os resultados foram calculados através de uma curva padrão de cianidina-3-glicosídeo e expressos em mg de cianidina-3-glicosídeo 100 g^{-1} de amostra.

- Compostos fenólicos: realizado de acordo com o método descrito por Swain e Hillis (1959). Os compostos fenólicos foram quantificados através de reação colorimétrica utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu. As leituras das amostras foram feitas em espectrofotômetro a 765nm, após 2 horas de reação. Os resultados foram expressos em mg de ácido clorogênico 100 g^{-1} de fruta fresca, obtidos a partir de uma curva padrão.

- Atividade antioxidante: medida frente ao radical estável DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazila), segundo o método descrito por Brand-Williams et al. (1995). A reação foi realizada com solução de DPPH ($0,044\text{ g L}^{-1}$) e a absorbância foi medida a 517nm após 24h de reação em local protegido da luz, a temperatura ambiente (inferior a 25°C). A atividade antioxidante foi calculada através de uma curva padrão de trolox e expressa em mg de equivalente trolox g^{-1} de fruta fresca.

4.2.1.6 Avaliação final

Após o encerramento do experimento, foram coletadas três plantas por subparcela para avaliar número de coroas, massa seca de coroas e de folhas. Além disso, foi realizada contagem de plantas sobreviventes por subparcela.

4.2.2 Delineamento experimental e análise estatística

Os tratamentos experimentais constaram da combinação de dois fatores: filme do túnel baixo (túnel transparente durante todo ciclo produtivo; túnel leitoso durante todo ciclo produtivo; túnel transparente durante outono/inverno/primavera e

leitoso durante o verão) e cor do *mulching* plástico (branco, prata e preto). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas, com quatro repetições e nove plantas por subparcela. Os filmes de túnel baixo constituíram as parcelas e as cores de *mulching*, as subparcelas. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias dos tratamentos foram comparadas entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Para o desdobramento dos meses de produção de frutas com os fatores túnel baixo e *mulching*, os fatores foram considerados nas parcelas e os meses de produção nas subparcelas.

4.3 Resultados e discussão

4.3.1 Desenvolvimento das plantas

As variáveis fenológicas avaliadas não apresentaram interação entre os fatores filme do túnel baixo e cor do *mulching* plástico (Tabela 1). Sendo assim, os fatores foram analisados separadamente.

A utilização de túnel baixo leitoso atrasou o início do estolonamento, da floração e da maturação das frutas, ocorrendo aos 113, 38 e 68 dias após o transplante das mudas, respectivamente. Possivelmente isto ocorreu devido à pouca radiação solar média verificada nos primeiros meses do ciclo sob o túnel leitoso, sendo de apenas $309 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Figura 1), valor inferior ao considerado como mínimo para o adequado desenvolvimento das plantas de morangueiro. De acordo com Kirchbaum (1998), a produção de flores e frutas no inverno pode ser melhorada através do aumento da intensidade de luz para níveis de 400 a $450 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Já Casierra-Posada et al. (2013), relataram que a radiação de $522 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ obtida em estudo sob cultivo protegido, pode ter sido insuficiente para o adequado desenvolvimento das plantas. Demirsoy et al. (2007) utilizando a mesma porcentagem de sombreamento do que no presente estudo (50%), constataram cinco e sete dias de atraso no início da floração e maturação das frutas em plantas sombreadas, respectivamente, corroborando com resultados observados por Singh et al. (2012).

O túnel transparente beneficiou o desenvolvimento das plantas no início do ciclo, pois adiantou a floração em três dias e a maturação das frutas em cinco dias

comparativamente ao túnel leitoso (Tabela 1). Além da maior radiação incidente nas plantas sob este tipo de filme, a temperatura do solo também pode ter proporcionado precocidade de produção, pois observou-se superioridade de 1,8°C em agosto sob o túnel transparente comparativamente ao túnel leitoso (Figura 1A). Corroborando com os resultados encontrados no presente estudo, Singh et al. (2012) avaliando variáveis meteorológicas sob túnel baixo com e sem sombreamento, verificaram decréscimo da temperatura do solo em 2,6°C e 2,2°C sob 75% e 50% de sombreamento, respectivamente.

De acordo com Wang e Camp (2000), a temperatura do solo tem efeito sobre o comprimento radicular, ramificações, respiração, absorção de água e nutrientes. Em solos com temperatura abaixo da ideal, o crescimento radicular é menor e apresenta menos ramificações, afetando o desenvolvimento da planta. Temperatura do solo abaixo do mínimo crítico, pode causar necrose nos tecidos, além de diminuir a absorção de nutrientes.

Tabela 1- Dias após o transplante das mudas para início da floração, maturação das frutas e estolonamento em função do filme do túnel baixo e cor do *mulching* plástico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Túnel baixo	Estolonamento	Floração	Maturação
	Dias após o plantio		
Transparente	75 b	35 b	63 b
Leitoso	113 a	38 a	68 a
<i>Mulching</i>			
Branco	96 ^{ns}	38 ^{ns}	67 ^{ns}
Prata	100	36	64
Preto	87	37	65
CV%	15,6	7,9	5,1

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

Possivelmente esta precocidade obtida sob túnel transparente deva-se realmente à maior temperatura do solo e disponibilidade de radiação para as plantas, pois houve pouca variação da temperatura do ar entre os dois filmes de túnel baixo nos primeiros meses do ciclo (Figura 1C). De acordo com Atkinson et al. (2006), as maiores variações de temperatura entre os tratamentos ocorrem nos meses mais quentes e de maior radiação, corroborando com o presente estudo, no qual o túnel transparente proporcionou aumento médio de 0,4°C nos meses de agosto, setembro e outubro, alcançando aumento médio de 0,8°C nos meses de novembro e dezembro. Nos meses de janeiro e fevereiro, o túnel baixo foi mantido

mais aberto durante o dia do que nos meses anteriores a fim de que não houvessem temperaturas excessivas para as plantas, mantendo-se o plástico apenas na parte superior do arco com abertura lateral total, proporcionando maior ventilação e manutenção da temperatura do ar sob os túneis baixos. Por este motivo é que as temperaturas médias no túnel transparente foram apenas 0,3°C superiores ao túnel leitoso nesses dois meses. Nos meses de março e abril, assim como nos meses posteriores, os túneis foram mantidos mais fechados durante o dia do que em janeiro e fevereiro, o que propiciou variação da temperatura do ar de 0,5°C e 0,6°C nos meses de março e abril, respectivamente.

Brugnara et al. (2014) também verificaram pouca variação na temperatura do ar entre o túnel transparente e leitoso, devido principalmente a esta troca de ar constante que ocorre com o uso de túnel baixo. Estes autores relataram diminuição de 1°C na média das temperaturas máximas do ar sob túnel leitoso, no entanto, as temperaturas mínimas e amplitude térmica não foram influenciadas pelo filme do túnel. Por outro lado, Singh et al. (2012) verificaram no verão diminuição de 4°C e 3,5°C na temperatura do ar sob 75% e 50% de sombreamento, respectivamente. Possivelmente neste estudo citado, os túneis baixos foram mantidos mais fechados do que no presente estudo, proporcionando maiores diferenças na temperatura do ar entre os tratamentos.

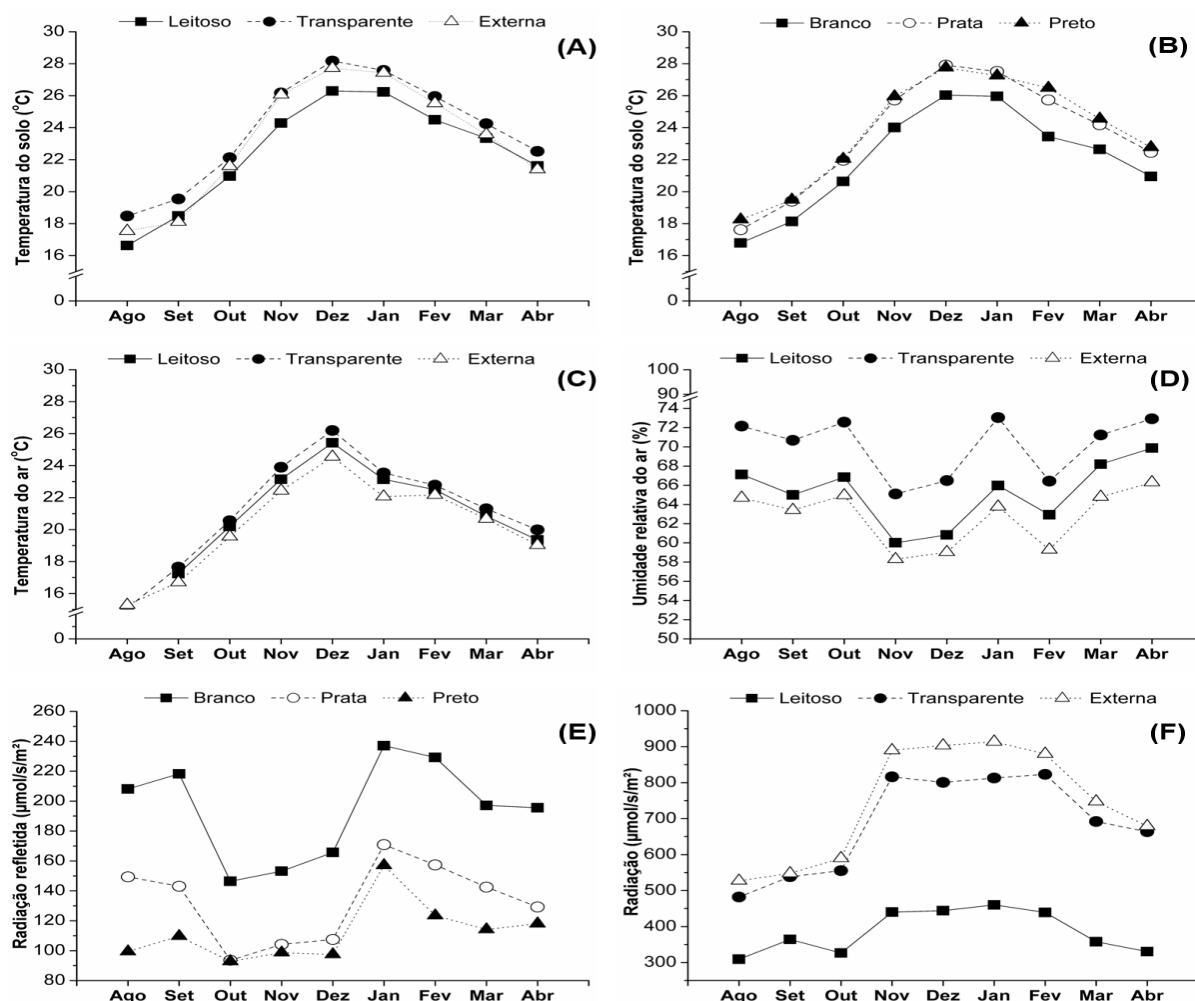


Figura 1- Temperatura média do solo em função do filme do túnel baixo (A) e cor do *mulching* plástico (B); temperatura média do ar (C) e umidade relativa do ar sob diferentes filmes de túnel baixo (D); radiação refletida em função da cor do *mulching* (E) e radiação incidente sob diferentes filmes de túnel baixo (F). Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Embora não tenham sido verificadas grandes diferenças na temperatura do ar entre os túneis baixos no início do ciclo, sabe-se que esta variável tem grande influência no período dos estádios fenológicos. Em estudo realizado por Crespo et al. (2009) foi verificado atraso no início da colheita de frutas em campo aberto comparativamente ao túnel baixo que elevou a temperatura média do ar em 3°C.

A maior umidade relativa do ar verificada sob túnel baixo transparente pode ter propiciado melhor desenvolvimento às plantas (Figura 1D), pois plantas de morangueiro possuem grande quantidade de estômatos perdendo água facilmente para o ambiente, através da transpiração. Dependendo da demanda evaporativa da atmosfera no ambiente, a taxa de perda de água pela planta pode ser maior que a taxa de reposição, mesmo em condições de plena disponibilidade de água no solo, consequentemente, as elevadas umidades relativas do ar ocorridas no interior do

túnel transparente contribuem para que as plantas se mantenham sempre túrgidas (MONTEIRO et al., 2002). Andrade et al. (2011) não verificaram diferenças significativas da umidade relativa do ar entre o filme transparente e o leitoso, porém estes autores afirmam que de fato, em níveis muito baixos de umidade relativa do ar, o déficit de saturação de vapor pode atingir valores inadequados ao bom desenvolvimento das culturas, afetando negativamente a fotossíntese e a transpiração, por concorrer pelo aumento da condutância estomática.

Com relação à cor da cobertura plástica do solo, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 1), contrariando dados da literatura no qual afirmam que o *mulching* preto propicia precocidade de produção de frutas, devido principalmente ao maior aquecimento do solo proporcionado por esta cor de plástico (YURI et al., 2012). Estes autores afirmam que o uso de *mulching* de coloração preta ou prata no inverno, ao contrário do branco, favoreceria a absorção de calor, e com isso, proporcionaria um aumento da temperatura do solo e, conseqüentemente, um maior desenvolvimento vegetativo e produtivo das plantas. Entretanto, observa-se que no mês de agosto, o *mulching* preto (18,2°C) elevou a temperatura do solo em apenas 1,5°C com relação ao branco (16,7°C) (Figura 1B), ou seja, ambas as cores de plástico proporcionaram condições ideais para as plantas, no qual segundo Larson (1994) é de 10°C a 23°C.

Apesar do *mulching* branco ter ocasionado menor temperatura do solo, possivelmente a maior radiação refletida por esta cor (Figura 1E) proporcionou condições semelhantes às plantas no início do ciclo comparativamente às demais cores de *mulching*. A radiação refletida pelo *mulching* branco nos dois primeiros meses de avaliação (agosto e setembro) foi o dobro da verificada sobre o *mulching* preto, proporcionando diferença média de $110 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Esta radiação refletida apresenta grande importância para o desenvolvimento das plantas, principalmente no início do ciclo, no qual são observadas baixas radiações incidentes, podendo ser de apenas $300 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (Figura 1F).

O número de estolões emitidos nas plantas sob túnel transparente (9,1) foi superior aos demais tratamentos, sendo constatados os menores valores no túnel leitoso (4,4) (Tabela 2). A temperatura do ar influencia fortemente a emissão de estolões, pois quando a temperatura começa a se elevar, no início do verão, as plantas iniciam a fase de propagação vegetativa, produzindo grande quantidade de estolões (RESENDE et al., 1999). Entretanto, devido à pouca diferença verificada na

temperatura média do ar entre o túnel transparente e o leitoso, acredita-se que a maior emissão de estolões sob o túnel transparente deva-se principalmente em virtude dos maiores níveis de radiação incidente nas plantas cultivadas sob este filme de túnel baixo (Figura 1F). Na variável massa seca de estolões verificou-se comportamento similar, com superioridade das plantas sob túnel transparente, no entanto, o tratamento em que utilizou-se túnel transparente nas épocas de menor temperatura e radiação (outono, inverno e primavera) combinado com o túnel leitoso no verão, não diferiu dos demais tratamentos.

Tabela 2- Número de estolões (NE), massa seca de estolões (MSE) e de folhas (MSF) em função do filme do túnel baixo e cor do *mulching* plástico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Túnel baixo	NE	MSE (g)	MSF (g)
Transparente	9,1 a	8,7 a	90,6 a
Transparente/Leitoso	6,7 b	7,0 ab	82,3 ab
Leitoso	4,4 c	4,9 b	71,1 b
<i>Mulching</i>			
Branco	5,2 b	5,7 ^{ns}	77,9 ^{ns}
Prata	7,4 a	7,1	82,4
Preto	7,6 a	7,8	83,7
CV%	24,3	31,4	14,2

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

As plantas sob túnel transparente obtiveram maior massa seca de folhas (90,6 g) do que no túnel leitoso (71,1 g), porém sem diferir do tratamento em que houve combinação dos dois filmes de túnel baixo, demonstrando que as maiores radiações e temperaturas verificadas no túnel transparente propiciaram melhor desenvolvimento das plantas (Figuras 1C e 1F). Embora tenha sido constatada pouca variação na temperatura média do ar entre os dois filmes de túnel baixo durante os meses, em alguns dias do verão ocorreram variações superiores a 2°C nos horários mais quentes (Figura 2). Demirsoy et al. (2007), realizaram estudo para avaliar a influência do sombreamento no crescimento e produtividade do morangueiro, no qual avaliaram plantas cultivadas em campo aberto e sob estufa plástica sem e com sombreamento (50%). Estes autores observaram que as plantas que foram cultivadas dentro da estufa plástica, mesmo as que permaneceram sob 50% de sombreamento, emitiram maior quantidade de folhas comparativamente às

plantas em campo aberto, demonstrando que esta variável é mais influenciada pela temperatura do ar do que pela radiação.

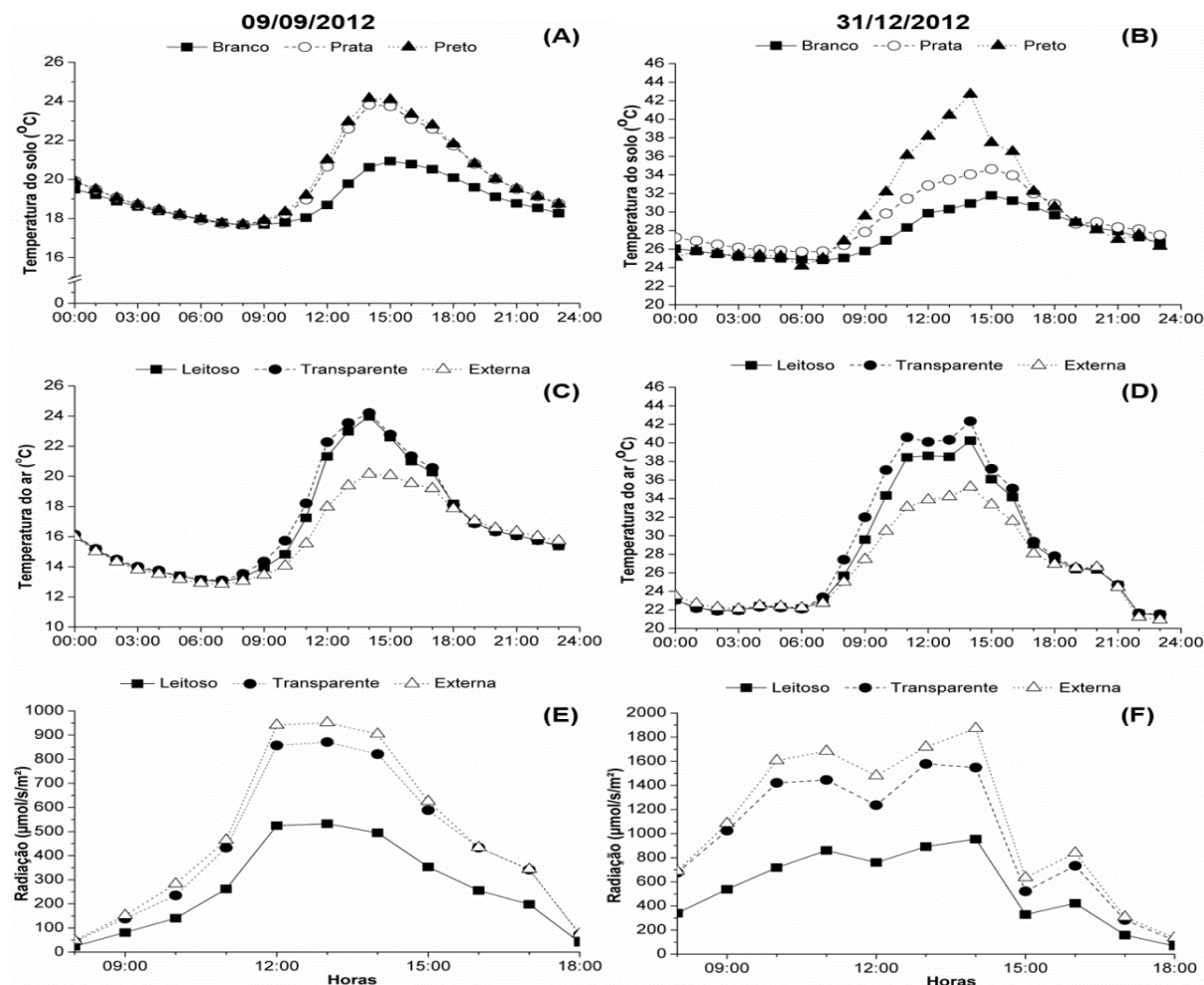


Figura 2- Temperatura do solo em função da cor do *mulching* plástico (A e B), temperatura do ar (C e D) e radiação incidente (E e F) sob diferentes filmes de túnel baixo durante os dias 09/09/2012 e 31/12/2012. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

No entanto, a produção de frutas não foi influenciada por esta maior quantidade de folhas emitidas nas plantas sob túnel transparente (Tabela 3), possivelmente devido aos maiores teores de clorofila obtidos em plantas sombreadas, compensando o menor número de folhas (SINGH et al., 2012; CASIERRA-POSADA et al., 2014). Estes autores avaliaram o teor de clorofila de folhas de morangueiro sob diferentes níveis de sombreamento e observaram que plantas sob 70% de sombreamento, obtiveram aproximadamente o dobro de clorofila do que o tratamento sem sombreamento.

As cores do *mulching* plástico influenciaram apenas o número de estolões por planta, sendo inferior no *mulching* branco (5,2) em comparação ao prata (7,4) e ao preto (7,6) (Tabela 2), no qual pode estar relacionado as menores temperaturas do solo verificadas sob *mulching* branco (Figura 1B). A maior emissão de estolões sobre os *mulchings* prata e preto ocasiona prejuízos para o cultivo, pois além de diminuir a produção de frutas, aumenta o custo do cultivo para retirada destas estruturas (LYU et al., 2014).

Embora a quantidade de folhas não tenha diferido entre os tratamentos de *mulching* no presente estudo, Atkinson et al. (2006) constataram menor número de folhas em plantas sob *mulching* com maior refletividade da radiação, devido principalmente à menor temperatura do ar obtida acima da cobertura plástica do solo, no entanto, segundo Netby et al. (2007), o maior conteúdo de clorofila em folhas produzidas em plantas sobre *mulching* branco compensam este menor número de folhas por planta.

4.3.2 Produção de frutas

Pode-se observar na Tabela 3 que o número e massa de frutas por planta e massa média de fruta não foram influenciadas pelo filme do túnel baixo. Corroborando com o presente estudo, Brugnara et al. (2014), avaliando o desempenho de cultivares de morangueiro sob plástico transparente e leitoso, não verificaram diferença significativa entre os filmes do túnel para a cultivar Aromas, observando produção de 748,7 g de frutas⁻¹ sob o túnel leitoso e 610,3 g de frutas⁻¹ sob o túnel transparente. Singh et al. (2012) observaram incremento da produção de frutas no verão utilizando 50% de sombreamento, diferentemente do que ocorreu no inverno, no qual as plantas mais produtivas foram cultivadas sem sombreamento.

Por outro lado, Demirsoy et al. (2007) relataram diminuição da produção de frutas em plantas sombreadas, devido à redução da radiação. Rosa et al. (2014), avaliando a produção e qualidade de frutas de morangueiro sob 50% de sombreamento, verificaram comportamento semelhante ao trabalho citado, ou seja, menor número e massa de frutas nas plantas sombreadas comparativamente às aquelas cultivadas a céu aberto. Vale ressaltar que estes autores realizaram as colheitas somente até novembro, não observando a influência do sombreamento nos meses de maiores radiações e temperaturas.

Com relação à cor do *mulching*, observa-se que o plástico branco influenciou positivamente as variáveis produtivas, apresentando 142,1 frutas e 1571,1 g por planta (Tabela 3). Nas demais cores de *mulching* não foram verificadas diferenças significativas, proporcionando 1346,5 e 1242,6 g de frutas por planta no plástico prata e preto, respectivamente. Resultados semelhantes foram observados em estudo realizado para avaliar a produção de frutas e desenvolvimento de plantas de morangueiro em coberturas plásticas do solo com diferentes refletividades da radiação, no qual verificaram que os *mulchings* que mais refletiam a radiação proporcionaram maior número e massa de frutas por planta do que no *mulching* preto (ATKINSON et al., 2006). Segundo estes autores, o *mulching* plástico reflete maior quantidade de radiação no início do ciclo, devido ao menor porte das plantas, por outro lado, a medida que as plantas crescem existe maior quantidade de folhas para interceptar a radiação, diminuindo assim a área do *mulching* que recebe radiação direta, corroborando com os dados do presente estudo, no qual mostraram maiores radiações refletidas nos meses de agosto e setembro do que de outubro a dezembro (Figura 1E). No mês de janeiro, houve necessidade de retirada de grande quantidade de folhas para diminuição de inóculo de doenças, ocasionando maior exposição do *mulching* a radiação direta e consequente aumento da radiação refletida.

Embora o *mulching* prata não tenha diferido do preto no presente estudo, Mohamed et al. (2002) testando diferentes cores de *mulching* plástico, observaram que o *mulching* prata proporcionou maior produção precoce e total, além de massa média de frutas superior ao verificado utilizando *mulching* preto. A massa média de fruta não foi influenciada no presente estudo por nenhum dos tratamentos, apresentando média de 10,8 g por fruta. Vale ressaltar que esta massa média demonstra boa qualidade de fruta, principalmente devido ao longo ciclo produtivo (15 meses), pois quanto maior o período de produção, menor a massa média ao final do cultivo, devido ao maior desgaste das plantas. A massa média de fruta da cultivar Aromas relatada na literatura varia de 7 g a 16 g (OLIVEIRA et al., 2008; CAMARGO et al., 2010; RADIN et al., 2011), sendo estes estudos citados, avaliados por apenas um ciclo.

Tabela 3- Número (NFP), massa de frutas por planta (MFP) e massa média de fruta (MMF) em função do filme do túnel baixo e cor do *mulching* plástico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Túnel baixo	NFP	MFP (g)	MMF (g)
Transparente	129,7 ^{ns}	1380,8 ^{ns}	10,8 ^{ns}
Transparente/Leitoso	133,3	1433,5	10,8
Leitoso	125,7	1345,9	10,9
<i>Mulching</i>			
Branco	142,1 a	1571,1 a	11,1 ^{ns}
Prata	127,7 b	1346,5 b	10,7
Preto	118,9 b	1242,6 b	10,7
CV%	8,8	9,9	4,1

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados referentes às interações duplas entre os meses de colheita e os fatores experimentais filme do túnel baixo e cor do *mulching* plástico.

Independente do filme do túnel baixo e cor de *mulching* utilizado, o pico de produção ocorreu em novembro de 2012, constatando-se os menores valores em junho de 2013. Geralmente o pico de produção das cultivares de dias neutros ocorre em novembro devido ao plantio tardio das mudas destas cultivares, o qual é realizado em junho ou julho (OLIVEIRA; SCIVITTARO, 2006). No entanto a baixa produção no mês de junho deve-se à diminuição da temperatura e do fotoperíodo a partir do outono, diminuindo a atividade fisiológica e ocasionando a entrada das plantas no estado de dormência (BOSC et al., 2013).

Comparando-se os filmes do túnel baixo em cada mês de colheita, observa-se que o tratamento combinando túnel transparente/leitoso apresentou igualdade ou superioridade aos demais filmes do túnel em todos os meses de avaliação, por outro lado, o túnel leitoso prejudicou a produção de frutas nos meses de novembro de 2012, julho e outubro de 2013. No entanto o túnel transparente ocasionou diminuição da produção nos meses de fevereiro e outubro de 2013 (Tabela 4). Cabe salientar que as menores produções observadas em julho sob túnel leitoso, devem-se principalmente à pouca radiação obtida nesse tratamento durante o inverno, em contrapartida, o excesso de radiação detectado no tratamento com túnel transparente reduziu a produção em fevereiro (Figura 1F).

Pode-se observar na Figura 2 que no dia 31 de dezembro, a radiação aproximou-se de $1600 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, assim como ocorreu em diversos outros dias do

verão, no entanto o ponto de saturação de luz para o morangueiro encontra-se entre 1000 e 1400 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (CARLEN et al., 2009). Por outro lado, Larson (1994) relata que são necessárias menores intensidades de radiação para alcançar o ponto de saturação de luz para o morangueiro, sendo de 600 a 800 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$. Se considerarmos esses valores como limite para a atividade fotossintética, a partir dos valores observados no presente estudo, verifica-se que as plantas cultivadas no túnel transparente estariam sob condições de saturação de radiação no verão, sem grandes ganhos fotossintéticos acima do valor limite. Vale ressaltar que o túnel leitoso proporcionou produções elevadas durante os meses de temperaturas e radiações mais elevadas, no entanto superou o túnel transparente apenas em fevereiro.

O *mulching* branco foi altamente benéfico à produção de frutas, sendo superior às demais cores de novembro de 2012 a abril de 2013, além de proporcionar maior produção que o *mulching* preto em outubro de 2013, sem diferir do plástico prata. Estes melhores resultados utilizando o *mulching* branco devem-se principalmente à sua maior refletividade da radiação, verificando-se em alguns meses o dobro de radiação refletida com relação ao *mulching* preto (Figura 1E). No entanto, deve-se conhecer os fatores climáticos do local onde será realizado o cultivo, pois em algumas regiões com elevada radiação incidente, os *mulchings* plásticos com alta refletividade podem ser prejudiciais para as plantas, como relatado em estudo realizado na Colômbia, no qual verificaram menores produções e qualidade de frutas utilizando *mulching* prata, constatando queima de folhas devido ao excesso de radiação refletida (CASIERRA-POSADA et al., 2011).

Adicionalmente, as maiores produções sob *mulching* branco nos meses mais quentes, possivelmente estão relacionadas às menores temperaturas médias do solo, diminuindo em até 3°C comparativamente ao *mulching* preto (Figura 1B). O *mulching* branco proporciona menores temperaturas do solo devido à refletividade de 85% da radiação incidente, diferentemente do *mulching* preto que absorve praticamente toda radiação, transformando-a em energia térmica e transferindo praticamente toda esta energia para o solo por condução (MEDINA et al., 2009). Em diversos dias do verão foram constatadas temperaturas do solo acima de 40°C sob o *mulching* preto enquanto que no branco raramente verificaram-se temperaturas acima de 30°C (Figura 2B). Sabe-se que temperaturas do solo acima de 31°C

inibem o crescimento radicular, podendo prejudicar a absorção de água e nutrientes (LARSON, 1994).

Além disso, deve-se salientar que o *mulching* branco não prejudicou a produção de frutas durante os meses mais frios, contrariando estudo anterior realizado para testar diferentes cores de *mulching* plástico (YURI et al., 2012). Estes autores alegam que durante o inverno, a utilização de *mulching* preto proporciona melhor desenvolvimento das plantas, devido à maior absorção de calor e consequentemente, maior aquecimento do solo. No entanto, não foram observadas grandes variações na temperatura do solo utilizando diferentes cores de *mulching* nos meses mais frios, corroborando com Atkinson et al. (2006), os quais afirmam que as maiores variações ocorrem no verão, decrescendo ao longo do ano.

Tabela 4- Massa de frutas por planta em função do filme do túnel baixo e cor do *mulching* plástico durante o ciclo produtivo de 15 meses. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Mês	Túnel baixo		
	Transparente	Transparente/Leitoso	Leitoso
Setembro 2012	53,5 cA	52,6 eA	36,7 eA
Outubro	64,0 cA	64,2 eA	51,6 dA
Novembro	220,1 aA	225,6 aA	175,5 aB
Dezembro	111,9 bA	113,4 cA	144,9 bA
Janeiro 2013	116,6 bA	129,2 cA	144,4 bA
Fevereiro	94,2 cB	116,1 cA	137,4 bA
Março	72,0 cA	64,3 eA	56,7 dA
Abril	83,1 cA	86,2 dA	98,0 cA
Maio	59,9 cA	60,3 eA	70,8 dA
Junho	10,2 dA	21,7 fA	10,1 eA
Julho	84,0 cA	86,0 dA	33,8 eB
Agosto	134,1 bA	127,7 cA	111,4 cA
Setembro	78,5 cA	82,6 dA	70,8 dA
Outubro	129,5 bB	154,1 bA	116,6 cB
Novembro	69,2 cA	49,0 eA	86,5 dA
CV%		36,4	
Mês	Branco	Prata	Preto
Setembro 2012	46,2 dA	48,3 cA	48,3 cA
Outubro	75,6 cA	57,3 cA	47,0 cA
Novembro	240,5 aA	201,2 aB	179,5 aB
Dezembro	146,6 bA	121,2 bB	102,4 bB
Janeiro 2013	157,9 bA	117,0 bB	114,6 bB
Fevereiro	136,0 bA	108,5 bB	103,1 bB
Março	91,7 cA	61,0 cB	60,3 cB
Abril	116,2 bA	84,1 cB	67,0 cB
Maio	73,0 cA	56,4 cA	61,6 cA
Junho	18,3 dA	11,2 dA	12,4 dA
Julho	80,8 cA	66,3 cA	56,7 cA
Agosto	128,6 bA	123,3 bA	121,4 bA
Setembro	68,9 cA	74,4 cA	88,6 bA
Outubro	146,0 bA	141,7 bA	112,5 bB
Novembro	64,1 cA	74,1 cA	66,5 cA
CV%		37,0	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

4.3.3 Análises físico-químicas

O diâmetro e o comprimento de fruta diferiram significativamente para os fatores filme do túnel baixo e cor do *mulching* plástico (Tabela 5). Com relação ao filme do túnel baixo, as frutas sob túnel transparente e transparente/leitoso, com 29,1 mm e 29,3 mm de diâmetro, respectivamente, não diferiram entre si e foram significativamente superiores às frutas sob túnel leitoso, no qual apresentaram 28,2 mm. Observou-se mesmo comportamento na variável comprimento de fruta, com superioridade do túnel transparente (37,3 mm) e transparente/leitoso (38,1 mm) em comparação ao túnel leitoso (35,4 mm). Witter et al. (2012) relataram valores semelhantes ao presente estudo utilizando a cultivar Aromas, constatando frutas com diâmetro de 31 mm e comprimento de 35 mm.

As plantas sobre o *mulching* branco produziram frutas com maior diâmetro (29,8 mm) e comprimento (38,4 mm) do que nas demais cores, as quais não diferiram entre si. Atkinson et al. (2006) verificaram que as cores de *mulching* com maior refletividade da radiação propiciaram maior quantidade de frutas de classe 1 (>35 mm) comparativamente ao *mulching* de cor preta. Corroborando com estes resultados, Nestby et al. (2007) demonstraram que o *mulching* branco proporciona maior quantidade de frutas com mais de 25 mm de diâmetro, além de frutas com maior massa média que sob *mulching* marrom, no qual apresenta características semelhantes ao plástico preto.

Tabela 5- Tamanho de fruta em função do filme do túnel baixo e cor do *mulching* plástico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Túnel baixo	Diâmetro de fruta (mm)	Comprimento de fruta (mm)
Transparente	29,1 a	37,3 a
Transparente/Leitoso	29,3 a	38,1 a
Leitoso	28,2 b	35,4 b
<i>Mulching</i>		
Branco	29,8 a	38,4 a
Prata	28,6 b	36,7 b
Preto	28,2 b	35,7 b
CV%	2,6	2,6

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação às variáveis de qualidade das frutas, não houve interação significativa, sendo assim, os fatores foram avaliados isoladamente. Pode-se observar na Tabela 6 que o teor de sólidos solúveis das frutas foi superior nas

plantas cultivadas sob o túnel transparente (6,55 °Brix) e combinação de transparente/leitoso (6,34 °Brix) comparativamente aos valores encontrados com a utilização do túnel leitoso (5,81 °Brix). Comportamento semelhante foi relatado por Brugnara et al. (2014), no qual obtiveram maiores teores de sólidos solúveis sob túnel transparente (6,9 °Brix) do que leitoso (6,6 °Brix). Estes autores afirmam que a redução no teor de sólidos solúveis nas frutas sob túnel leitoso, deve-se principalmente à menor quantidade de radiação que atinge as folhas, reduzindo a fotossíntese líquida.

Corroborando com estes relatos, estudo realizado com diferentes níveis de sombreamento (74, 58, 48, 38 e 5% de passagem de luz para as plantas), evidenciou que quanto maior a porcentagem de sombreamento, menor o teor de sólidos solúveis das frutas (OSMAN; DODD, 1994). Rosa et al. (2014) também sugerem que maiores valores de sólidos solúveis, relacionam-se à melhor eficiência fotossintética das plantas cultivadas a céu aberto, visto que esta forma de cultivo propicia melhores condições de exposição à luz.

Apesar do teor de sólidos solúveis não diferir entre os tratamentos com túnel transparente e combinação transparente/leitoso, em virtude da maior acidez das frutas produzidas sob o túnel transparente (0,78%), somente o tratamento utilizando a combinação dos túneis transparente/leitoso propiciou maior relação SS/AT (8,64) do que sob túnel leitoso durante todo o ciclo (7,90). Osmam e Dodd (1994) também constataram que frutas sob sombreamento apresentam menor acidez titulável.

Embora não tenham sido constatadas diferenças significativas com relação à acidez das frutas sobre as diferentes cores de *mulching*, devido ao maior teor de sólidos solúveis observado no tratamento com *mulching* branco (6,54°Brix), obteve-se maior relação SS/AT (8,62) quando comparado ao *mulching* preto (5,92°Brix e relação SS/AT de 7,89) (Tabela 6). Assim como no presente estudo, Nestby et al. (2007) já haviam relatado maior teor de sólidos solúveis em plantas cultivadas em *mulching* branco do que em *mulching* preto, sem constatar diferenças significativas na acidez das frutas.

Segundo Chitarra e Chitarra (2005), o morango deve conter pelo menos 7°Brix, no máximo 0,8% de acidez e no mínimo relação SS/AT de 8,75. De acordo com os valores apresentados por este autor, nenhum dos tratamentos proporcionaram teor de sólidos solúveis adequados no presente estudo, porém isto deve-se a fatores genéticos, pois as frutas de 'Aromas' não apresentam boa

qualidade comparativamente a outras cultivares. Camargo et al. (2011), avaliando a qualidade de morangos em sistema convencional e orgânico, obtiveram nas frutas de 'Aromas' os menores valores de SS e relação SS/AT dentre oito cultivares de morangueiro analisadas. Tratando-se da acidez titulável das frutas, observa-se que todos os tratamentos propiciaram valores médios relatados na literatura para esta cultivar (KROLOW et al., 2007). Embora a relação SS/AT verificada no presente estudo tenha sido inferior ao recomendado por Chitarra e Chitarra (2005), observa-se que o uso da combinação de túnel transparente/leitoso e *mulching* branco proporcionaram valores próximos a 8,75, relatado como adequado.

Tabela 6- Sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT de morangos em função do filme do túnel baixo e cor do *mulching* plástico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Túnel baixo	SS (°Brix)	AT (% ácido cítrico)	SS/AT
Transparente	6,55 a	0,78 a	8,34 ab
Transparente/Leitoso	6,34 a	0,74 b	8,64 a
Leitoso	5,81 b	0,73 b	7,90 b
<i>Mulching</i>			
Branco	6,54 a	0,76 ^{ns}	8,62 a
Prata	6,23 ab	0,74	8,37 ab
Preto	5,92 b	0,75	7,89 b
CV%	6,0	5,0	5,7

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

4.3.4 Análises de compostos bioativos

Com relação aos compostos bioativos das frutas, pode-se observar na Tabela 7 que apenas o conteúdo de antocianinas foi influenciado pelo filme do túnel baixo, não havendo efeito dos fatores experimentais sobre os compostos fenólicos e atividade antioxidante das frutas.

O maior conteúdo de antocianinas nas frutas produzidas em plantas sob túnel transparente (98,9 mg 100g⁻¹) em comparação às plantas sob túnel leitoso (84,6 mg 100g⁻¹), deve-se ao fato da maior radiação constatada no túnel transparente (Figura 1F). Assim como no presente estudo, Anttonen et al. (2006) observaram maior conteúdo de antocianinas em frutas produzidas a céu aberto comparativamente ao tratamento com 32% de sombreamento e não verificaram diferenças significativas para compostos fenolólicos e atividade antioxidante das frutas. Singh et al. (2012)

também verificaram maior conteúdo de antocianinas em tratamento sem sombreamento comparativamente aos tratamentos com 75% e 50% de sombreamento das plantas.

As diferenças nos valores dos compostos bioativos entre os *mulchings* plásticos podem não ter sido detectadas em virtude do período em que as avaliações foram realizadas, onde as plantas apresentavam grande quantidade de folhas, diminuindo a exposição do *mulching* à radiação. Comportamento semelhante foi demonstrando em estudo realizado por Medina et al. (2009), no qual não observaram diferenças significativas entre os *mulchings* branco e preto, relatando que no momento das avaliações, as folhas já haviam coberto 80% da área dos *mulchings* e que poderiam ter sido observadas diferenças se as avaliações tivessem sido realizadas no início do ciclo.

Embora a cor do *mulching* não tenha influenciado os valores referentes aos compostos bioativos no presente estudo, segundo Anttonen et al. (2006), o *mulching* branco proporciona aumento dos compostos fenólicos quando comparado ao *mulching* marrom, entretanto diminui o conteúdo de antocianinas. Assim como estes autores citados, Nestby et al. (2007) também constataram valores superiores de compostos fenólicos em plantas cultivadas sobre *mulching* branco do que em *mulching* marrom, porém não verificaram diferenças no conteúdo de antocianinas.

Tabela 7- Compostos fenólicos, conteúdo de antocianinas e atividade antioxidante de morangos em função do filme do túnel baixo e cor do *mulching* plástico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Túnel baixo	Compostos fenólicos	Conteúdo de antocianinas	Atividade antioxidante
Transparente	471,1 ^{ns}	98,9 a	4893,3 ^{ns}
Transparente/Leitoso	468,9	89,8 ab	4616,7
Leitoso	503,8	84,6 b	4925,3
<i>Mulching</i>			
Branco	487,5 ^{ns}	91,9 ^{ns}	4828,1 ^{ns}
Prata	484,6	88,0	4762,8
Preto	471,8	93,5	4844,5
CV%	10,1	11,9	9,0

Médias seguidas de mesma letra nas colunas, não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ^{ns}Não significativo a 5% de probabilidade de erro. ¹Compostos fenólicos totais expressos em mg do equivalente ácido clorogênico 100 g⁻¹ de amostra fresca. ²Antocianinas totais expressa em mg equivalente cianidina-3-glicosídeo 100 g⁻¹ de amostra fresca. ³Atividade antioxidante total expressa em µg equivalente trolox g⁻¹ de amostra fresca.

4.3.5 Avaliação final

No mês de novembro de 2013, após o encerramento do experimento, as plantas foram coletadas a fim de realizar as avaliações de número de coroas, massa seca de coroas e de folhas, além de contagem de plantas sobreviventes, sendo os resultados apresentados na Tabela 8, no entanto, nenhuma dessas variáveis citadas foi influenciada pelos fatores experimentais. Demirsoy et al. (2007), demonstraram que o número de coroas produzidas por planta, sofre maior influência da temperatura do ar do que da radiação incidente nas plantas. Estes autores observaram que plantas cultivadas em estufa, mesmo sob 50% de sombreamento, obtiveram maior quantidade de coroas do que plantas em campo aberto que receberam maior intensidade de radiação, porém com menores temperaturas do ar. No entanto, sob temperatura do ar semelhante entre os tratamentos, a radiação apresenta influência no desenvolvimento das plantas. Em estudo realizado para comparar diferentes cores de *mulching* plástico, observou-se maior número de coroas, massa seca de folhas e de raízes em plantas cultivadas sobre *mulching* prata em comparação ao *mulching* preto, devido à maior atividade fotossintética das folhas proporcionada pelo incremento da radiação refletida (MOHAMED 2002).

A porcentagem média de plantas sobreviventes ao final do experimento (67,5%) está adequada em virtude do longo ciclo de cultivo (17 meses), apresentando melhores resultados do que estudo realizado durante apenas 7 meses (VERDIAL et al., 2007). Singh et al. (2012) relataram maior sobrevivência de plantas sob 50% de sombreamento, porém neste estudo foram avaliadas diferentes datas de plantio, verificando-se 100% de mortalidade das plantas sob túnel baixo sem sombreamento em plantio realizado no verão, devido ao excesso de radiação e elevadas temperaturas do ar. Por outro lado, estes autores observaram maior sobrevivência de plantas sob túnel baixo sem sombreamento em plantio realizado no final do outono em virtude das maiores temperaturas e radiações disponíveis às plantas.

Tabela 8- Número, massa seca (MS) de coroas e de folhas e plantas sobreviventes ao final do experimento em função do filme do túnel baixo e cor do *mulching* plástico. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Túnel baixo	Nº de coroas	MS de coroas (g)	MS de folhas (g)	Plantas sobreviventes (%)
Transparente	8,8 ^{ns}	9,9 ^{ns}	11,7 ^{ns}	60 ^{ns}
Leitoso	9,2	9,8	10,9	73
Transparente/Leitoso	9,5	10,4	10,5	70
<i>Mulching</i>				
Branco	9,2 ^{ns}	9,7 ^{ns}	10,0 ^{ns}	66 ^{ns}
Prata	10,0	11,2	12,9	68
Preto	8,2	9,2	10,1	68
CV%	24,9	32,0	30,4	20,8

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade de erro.

4.4 Conclusões

O filme do túnel baixo não influencia a produção total de frutas durante dois ciclos consecutivos na região de Pelotas-RS, não existindo a necessidade de substituição do túnel transparente pelo leitoso no verão. As plantas cultivadas sob túnel transparente apresentam frutas de melhor qualidade do que sob túnel leitoso.

O *mulching* branco proporciona maior produção de frutas do que os *mulchings* prata e preto, devido principalmente à superioridade nos meses de novembro a abril. Além disso, as plantas cultivadas no *mulching* branco apresentam frutas de qualidade superior comparativamente às aquelas sobre *mulching* preto.

4.5 Referências

- ANDRADE, J. W. S.; FARIAS JÚNIOR, M.; SOUSA, M. A.; ROCHA, A. C. Utilização de diferentes filmes plásticos como cobertura de abrigos para cultivo protegido. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 437-443, 2011.
- ANTTONEN, M. J.; HOPPULA, K. I.; NETBY, R.; VERHEUL, J. M.; KARJALAINEN, R. O. Influence of fertilization, mulch color, early forcing, fruit order, planting date, shading, growing environment, and genotype on the contents of selected phenolics in strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.) fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, p. 2614–2620, 2006.
- ANTUNES, M. C.; CUQUEL, F. L.; ZAWADNEAK, M. A. C.; MOGOR, A. F.; RESENDE, J. T. V. Postharvest quality of strawberry produced during two consecutive seasons. **Horticultura Brasileira**, v. 32, p.168-173, 2014.
- ATKINSON, C. J.; DODDS, P. A. A.; FORD, Y. Y.; MIE, J. L.; TAYLOR, J. M.; BLAKE, P. S. Effects of cultivar, fruit number and reflected photosynthetically active

radiation on *Fragaria x ananassa* productivity and fruit ellagic acid and ascorbic acid concentrations. **Annals of Botany**, v. 97, p. 429–441, 2006.

BOSC, J. P. Effect of two diurnal temperatures during simulated natural chilling of 'Gariguette' strawberry. **Journal of Berry Research**, v. 3, n. 4, p. 213-216, 2013.

BRAND-WILIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Food Science and Technology**, v. 28, p. 25-30, 1995.

BRUGNARA, E. C.; COLLI, M. P.; VERONA, L. A. F.; SCHWENGHER, J. E.; ANTUNES, L. E. C. Desempenho do morangueiro sob filme de polietileno transparente e leitoso. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 27, n. 1, p. 66-70, 2014.

CAMARGO, L. K. P.; RESENDE, J. T. V.; GALVÃO, A. G.; CAMARGO, C. K.; BAIER, J. E. Desempenho produtivo e massa média de frutos de morangueiro obtidos de diferentes sistemas de cultivo. **Ambiência**, Guarapuava, v. 6, n. 2, p. 281-288, 2010.

CAMARGO, L. K.; RESENDE, J. T. V.; TOMINAGA, T. T.; KURCHAIT, S. M.; CAMARGO, C. K.; FIGUEIREDO, A. S. Postharvest quality of strawberry fruits produced in organic and conventional systems. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 577–583, 2011.

CARLEN, C.; POTEL, A. M.; ANÇAY, A. Photosynthetic response of strawberry leaves to changing temperatures. **Acta Horticulturae**, v. 838, p. 73-76, 2009.

CASIERRA-POSADA, F.; FONSECA, E.; VAUGHAN, G. Fruit quality in strawberry (*Fragaria* sp.) grown on colored plastic mulch. **Agronomía Colombiana**, v. 29, n. 3, p. 407-413, 2011.

CASIERRA-POSADA, F.; TORRES, I. D.; BLANKE, M. M. Fruit quality and yield in partially defoliated strawberry plants in the tropical highlands. **Gesunde Pflanzen**, v. 65, p. 107–112, 2013.

CASIERRA-POSADA, F.; PEÑA-OLMOS, J. E.; ZAPATA-CASIERRA, E. Pigments and light quality in strawberry leaves (*Fragaria* sp.) exposed to different light quality. **Revista Actualidad e Divulgación Científica**, v. 17, n. 1, p. 87-94, 2014.

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

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Porto Alegre: SBSC/CQFS. 400 p, 2004.

CRESPO, P.; ANÇAY, A.; CARLEN, C.; STAMP, P. Strawberry cultivar response to tunnel cultivation. **Acta Horticulturae**, v. 838, p. 77-82, 2009.

DEMIRSOY, L.; DEMIRSOY, H.; UZUM, S. The effects of different periods of shading on growth and yield in 'Sweet Charlie' strawberry. **European Journal of Horticultural Science**, Stuttgart, v. 72, n. 1, p. 26-31, 2007.

FULEKI, T.; FRANCIS, F. J. Quantitative determination of anthocyanins. Determination of total anthocyanins and degradation index for cranberry juice. **Journal Food Science**, v. 33, n. 1, p. 78-83, 1968.

KIRSCHBAUM, D. S. **Temperature and growth regulator effects on growth and development of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.)**. Florida: University of Florida. 144 p, 1998.

KROLOW, A. C.; SCHWENGBER, J.; FERRI, N. Avaliações físicas e químicas de morangos cv. Aromas produzidos em sistema orgânico e convencional. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, 2007.

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

LYU, C.; YANG, W.; LI, K. Partial defoliation and runner removal affect runnering, fruiting, leaf photosynthesis and root growth in 'Toyonoka' strawberries for subtropical winter production. **Horticulture, Environment and Biotechnology**, v. 55, n. 5, p. 372-379, 2014.

MATHAD, J. C.; JHOLGIKER, P. Effect of synthetic and organic mulches in improving growth, yield and quality of strawberry under subtropical ecosystem. **Acta Horticulturae**, v. 696, p. 323-326, 2005.

MEDINA, Y.; GOSSELIN, A.; DESJARDINS, Y.; HARNOIS, R. Effect of plastic mulches on microclimate conditions, growth and yields of strawberry plants grown under high tunnels in northern canadian climate. **Acta Horticulturae**, v. 842, p. 139-142, 2009.

MOTA, F. S.; BEIRSDORF, M. I. C.; ACOSTA, M. J. **Estação Agroclimatológica de Pelotas: realizações e programa de trabalho**. Pelotas: UFPEL, 1986.

MOHAMED, F. H. Effect of transplant defoliation and mulch color on the performance of three strawberry cultivars grown under high tunnel. **Acta Horticulturae**, v. 567, p. 483-485, 2002.

MONTEIRO, J. E. B. A.; SILVA, I. J. O.; PIEDADE, S. M. Filme plástico perfurado em túneis baixos cultivados com alface. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 535-538, 2002.

NESTBY, R.; ANTONEN, M. J.; VERHEUL, M.; KARJALAINEN, R. Effect of fruit order, polyethylene mulch colour and early forcing on the fruit quality of tunnel-grown strawberry cv. 'Korona'. **European Journal of Horticultural Science**, v. 72, n. 4, p. 164-170, 2007.

OCHMIAN, I., GRAJKOWSKI, J.; KIRCHHOF, R. Wpływ mulczowania gleby na plonowanie oraz jakość owoców truskawki odmiany 'Filon'. *Roczniki Akademii Rolniczej w Poznaniu. Ogrodnictwo*, v. 41, n. 383, p. 357-362, 2007.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Desempenho produtivo de mudas nacionais e importadas de morangueiro. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v. 28, n. 3, p. 520–522, 2006.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B. Produção de morangueiro cv. “Cegnidarem” sob túnel plástico. *Ciência Rural*, v. 38, n. 9, p. 2613–2617, 2008.

OLIVEIRA, R. P.; SCIVITTARO, W. B.; ROCHA, P. S. G. R. Produção de cultivares de morango, utilizando túnel baixo em Pelotas. *Revista Ceres*, Viçosa, v. 58, n. 5, p. 625-631, 2011.

OSMAN, A. B.; DODD, P. B. Effects of different levels of preharvest shading on the storage quality of strawberry (*Fragaria x ananassa Duchesne*) cv. Ostara II. Chemical Characteristics. *Journal Tropical Agricultural Science*, v. 17, n. 1, p. 65-71, 1994.

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

PIRES, R. C. de M.; FOLEGATTI, M. V.; PASSOS, F. A.; ARRUDA, F. B.; SAKAI, E. Vegetative growth and yield of strawberry under irrigation and soil mulches for different cultivation environments. *Scientia Agricola*, v. 63, p. 471-425, 2006.

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

REISSER JÚNIOR, C.; ANTUNES, L. E. C.; STEINMETZ, S.; ALMEIDA, I. R.; RADIN, B. **Variações da temperatura do ar e do solo sob a influência de filmes plásticos de diferentes cores na produção do morangueiro**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2011. 12 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 260).

RESENDE, L. M. A.; MASCARENHAS, M. H. T.; PAIVA, B. M. Panorama da produção e comercialização do morango. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 20, n. 198, p. 5-19, 1999.

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

ROSA, A. D.; SILVA, D. F.; VILLA, F.; BUENO, T. F.; CORBARI, F.; LUCINI, J. Qualidade de frutos de morangueiro sob diferentes condições de sombreamento e

tipo de *mulching* no oeste do Paraná. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 13, n. 2, p. 126-132, 2014.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; OLIVEIRA, J. B.; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos. 2006. 306 p.

SCHMITT, O. J.; ANDRIOLO, J. L.; TOSO, V.; JANISCH, D. I.; PICIO, M. D.; LERNER, M. A. Frigoconservação das pontas de estolões na produção de muda com torrão e frutas de morangueiro. **Ciência Rural**, v. 42, n. 6, p. 955–961, 2012.

SINGH, A.; SYNDOR, A.; DEKA, B. C.; SINGH, R. K.; PATEL, R. K. The effect of microclimate inside low tunnels on off-season production of strawberry (*Fragaria x ananassa* Duch.). **Scientia Horticulturae**, v. 144, p. 36–41, 2012.

STRASSBURGER, A. S.; MARTINS, D. S.; REISSER JÚNIOR, C.; SCHWENGBER, J. E.; PEIL, R. M. N.; PHILIPSEN, L. C. Sistema de produção de morangueiro: fatores que influenciam o manejo da irrigação. In: TIMM, L. C. (Eds.). **Morangueiro irrigado: aspectos técnicos e ambientais do cultivo**. Universidade Federal de Pelotas, p. 30-50, 2009.

SWAIN, T.; HILLS, W. E. The phenolic constituents of *Punus domestica*. The quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 19, p. 63-68, 1959.

TEIXEIRA, R. P.; PEREIRA, G. M.; SOUZA, R. J.; GARCIA, H. H.; GAMA, G. B. N. Análise das tensões de água no solo cultivado com morangueiro sob poda. **Irriga, Botucatu**, v. 18, p. 25-42, 2013.

UENO, B. Mulching protege o solo e o morango. **Informe Agropecuário**, n. 115, p. 60-61, 2014.

VAILATI, T.; SALLES, R. F. M. Rendimento e qualidade de frutos de morangueiro sob diferentes coberturas de solo. **Revista Ciências Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 8, n. 1, p. 29-37, 2010.

VERDIAL, M. F.; TESSARIOLI NETO, J.; MINAMI, K.; SCARPARE FILHO, J. A.; CHRISTOFFOLETI, P. J.; SCARPARE, F. V.; BARELA, J. F.; AGUILA, J. S.; KLUGE, R. A. Vernalização em cinco cultivares de morangueiro. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, p. 976–981, 2007.

VIGNOLO, G. K.; ARAÚJO, V. F.; KUNDE, R. J.; SILVEIRA, C. A. P.; ANTUNES, L. E. C. Produção de morangos a partir de fertilizantes alternativos em pré-plantio. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 10, p. 1755-1761, 2011.

YURI, J. E.; RESENDE, G. M.; COSTA, N. D.; MOTA, J. H. Cultivo de morangueiro sob diferentes tipos de *mulching*. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 424-427, 2012.

WANG, S. Y.; CAMP, M. J. Temperatures after bloom affect plant growth and fruit quality of strawberry. **Scientia Horticulturae**, v. 85, n. 3, p. 183-199, 2000.

WITTER, S.; RADIN, B.; LISBOA, B. B.; TEIXEIRA, J. S. G.; BLOCHTEIN, B. IMPERATRIZ-FONSECA, V. L. Desempenho de cultivares de morango submetidas a diferentes tipos de polinização em cultivo protegido. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 47, n. 1, p. 58–65, 2012.

5. Considerações finais

O conhecimento das características produtivas das cultivares em cada local de cultivo é de fundamental importância para que o produtor possa optar pelas cultivares que se adaptam melhor ao sistema de cultivo e manejo adotados. A cultivar Aromas parece estar mais adaptada às condições edafoclimáticas da região de Pelotas, pois apresentou maior produção de frutas que 'Albion', porém isto deve-se também às características genéticas de cada cultivar. Por outro lado, as plantas de 'Albion' produzem frutas de melhor qualidade, no entanto, diferentemente do que ocorre em outras culturas como a maçã, os consumidores ainda não estão acostumados a diferenciar as frutas de cada cultivar no momento da compra, conseqüentemente, os produtores preferem utilizar as cultivares mais produtivas, já que não recebem maior remuneração por frutas mais saborosas e com maiores teores de compostos bioativos.

Apesar disso, o mercado consumidor tem mostrado alterações em suas preferências, e observa-se que cada vez mais os consumidores passam a observar no momento da compra, não somente o preço, mas outras questões tais como a qualidade e sanidade dos produtos hortícolas, aliadas a um processo produtivo sustentável, e que faça o uso racional de insumos. Embora seja relatado por alguns produtores que a ocorrência de grande incidência de doenças inviabiliza o cultivo do morangueiro por mais de um ciclo, comprovou-se neste estudo que realizando-se retiradas mensais de folhas secas e doentes para diminuição de inóculo, é possível produzir frutas de qualidade e com pouco uso de agrotóxicos, mesmo durante prolongado ciclo produtivo. Além disso, a pouca porcentagem de plantas mortas demonstra que não ocorreram maiores problemas com doenças relacionadas a fungos de solo. Adicionalmente, o cultivo durante dois ciclos consecutivos permite a utilização do *mulching* plástico por mais tempo, não sendo este material um resíduo descartado a cada seis meses como ocorre no cultivo anual realizado pela maioria dos produtores. Assim como o *mulching* plástico, as mudas e demais materiais também são utilizados por maior período de tempo, sendo realizado uso mais racional destes insumos.

O pico de produção ocorreu durante o mês de novembro, período no qual ocorre redução nos preços pagos ao produtor devido ao excesso de produto disponível no mercado. Na cultura do morangueiro, a maioria das cultivares

apresentam o pico de produção na mesma época, sendo que, a antecipação ou atraso deste pico deve ser feito por meio do manejo da cultura. A produção durante dois ciclos consecutivos é de extrema importância para que o produtor tenha morango para vender durante os doze meses do ano, conseguindo assim comercializar esta fruta nas épocas de menor oferta, no qual ocorre maior valorização do produto. Recomenda-se em estudos posteriores, a realização de experimentos objetivando-se o aumento da produção de frutas durante os meses de maio a julho, os quais são os mais valorizados. Durante estes meses, a produção diminui consideravelmente devido ao estado de dormência das plantas, sendo importante o conhecimento desta fase para que seja realizado algum tipo de manejo a fim de que as plantas permaneçam pouco tempo dormentes.

Com relação à poda das plantas no início do segundo ciclo, o produtor deve estar atento à condição nutricional e sanitária das plantas. Se as plantas estiverem saudáveis, com muitas flores e frutas, não há necessidade de realização da poda, porém se as plantas apresentarem muitas doenças e pouca produção pode-se realizar a poda das plantas a fim de renová-las. A poda pode ser realizada deixando-se apenas três folhas centrais e saudáveis para que ocorra renovação da estrutura da planta e também diminuir inóculo de doenças. Deve-se atentar para não retirar todas as folhas para que a planta continue realizando fotossíntese e com isso se renove mais rapidamente. Se houver necessidade de podar as plantas, recomenda-se realizá-la em março, pois se for feita em abril, a renovação da planta ocorre mais lentamente, retardando assim o reinício da produção de frutas. A poda não deve ser realizada antes de março, pois verificou-se em experimentos anteriores que pode ocorrer alta mortalidade de plantas devido as altas temperaturas observadas nos meses de janeiro e fevereiro. Vale ressaltar que a poda deve ser feita somente se as plantas estiverem com grande quantidade de doenças foliares, pois além de não proporcionar incremento de produção de frutas, ocasiona aumento de custo com mão de obra para realização deste procedimento.

Os diferentes filmes de túnel baixo não influenciaram a produção total de frutas, podendo ser utilizado o túnel transparente ou leitoso durante todo o ciclo, não havendo a necessidade de substituição do túnel transparente pelo leitoso no verão nas condições de Pelotas-RS, pois além de não proporcionar aumento de frutas, ocasiona aumento de custo de produção para realização deste procedimento. Apesar de ter sido observada maior produção de frutas sob o túnel leitoso apenas

em fevereiro, observou-se tendência de superioridade deste túnel sob o transparente nos meses de dezembro e janeiro, necessitando estudos posteriores, utilizando diversas cultivares de dias neutros, incluindo 'Aromas', a fim de verificar se esta tendência transforma-se em diferenças significativas em outros experimentos. Por outro lado, não existe necessidade de realização de mais estudos relacionados às cores de *mulching* testadas no presente estudo, pois o *mulching* branco demonstrou superioridade de novembro a abril, sem prejudicar a produção de frutas nos meses mais frios. Os melhores resultados utilizando *mulching* branco devem-se principalmente à menor temperatura do solo proporcionada por esta cor de plástico nos meses mais quentes do ano, além de maior refletividade da radiação, propiciando maior atividade fotossintética das folhas de plantas de morangueiro.

Em estudos posteriores recomenda-se o uso do aparelho IRGA (Infrared Gas Analyser) para realização de medições de fotossíntese e condutância estomática, pois respostas agronômicas podem ser melhor compreendidas a partir de avaliações fisiológicas da planta. Adicionalmente, poderia ser realizada mensuração do conteúdo de carboidratos presentes na coroa e raízes, correlacionando os resultados aos parâmetros agronômicos. Existe também a necessidade de repetir estes experimentos utilizando maior número de cultivares para que se tenham informações a respeito da influência dos fatores estudados em diferentes materiais genéticos.

6. Anexos

Anexo 1- Sistema de cultivo (A), plantas antes (B) e depois da poda drástica (C) e ponto de colheita ideal do morango (D). Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.



Anexo 2- Cores dos *mulchings* plásticos (A), túnel leitoso e transparente (B), barras de alumínio a 30 cm de altura com sensores para baixo a fim de medir a radiação refletida (C) e a 80 cm de altura com sensores para cima a fim de medir a radiação incidente (D). Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

