

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Área de Concentração em Fruticultura de Clima Temperado



Dissertação

**Propagação, aspectos agronômicos e qualidade de frutas de cultivares de
framboeseira**

Priscila Monalisa Marchi

Pelotas, março de 2015

PRISCILA MONALISA MARCHI

Engenheira Agrônoma

**Propagação, aspectos agronômicos e qualidade de frutas de cultivares de
framboeseira**

Dissertação Apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências (Área de conhecimento: Fruticultura de Clima Temperado).

Orientador: Dr. Luis Eduardo Corrêa Antunes

Co-orientadora: Ph.D. Márcia Vizzotto

Co-orientador : Dr. Carlos Reisser Júnior

Pelotas, março de 2015

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação:
Bibliotecária Daiane Schramm – CRB-10/1881**

M315p MARCHI, Priscila Monalisa

Propagação, aspectos agronômicos e qualidade de frutas de cultivares de framboeseira. / Priscila Monalisa Marchi; Orientador: Prof. Dr. Luis Eduardo Corrêa Antunes. – Pelotas, 2015.

123f.

Dissertação (Mestrado em agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas.

1. Rubus idaeus L. 2. Fenologia. 3. Cultivo. 4. Enraizamento. 5. Fitoquímicos. I. Antunes, Luis Eduardo Corrêa; orient. II. Título.

CDD 634

Comissão examinadora:

Orientador

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

Banca examinadora

Ph.D. Maria do Carmo Bassols Raseira
Pesquisadora, Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Dr. Flavio Gilberto Herter
Professor, Universidade Federal de Pelotas, RS.

Dr. Renato Trevisan
Professor, Universidade Federal de Santa Maria, CAFW, RS.

*Aos meus valorosos pais, Marino e Maria Alice, e meu leal
irmão, Guilherme...*
AGRADEÇO, DEDICO E OFEREÇO.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo presente da vida. É Nele que eu creio e busco forças em minhas orações para ter sabedoria e felicidade.

À minha querida família, especialmente meus pais Marino Marchi e Maria Alice Follmann Marchi, saibam que a maior orgulhosa sou eu, pelo que vocês são e pelo que eu sou, graças à vocês. Meu irmão Guilherme, obrigada pela simplicidade e lealdade que marcam quem tu és. Agradeço a vocês por todo amor e dedicação.

Ao orientador Dr. Luis Eduardo Corrêa Antunes. Além dos ensinamentos compartilhados, a orientação e a paciência, agradeço pela confiança e amizade. Obrigada pelos bons exemplos!

Aos co-orientadores, PhD. Márcia Vizotto e Dr. Carlos Reisser Júnior. Agradeço pela paciência, compreensão e dedicação ao me orientar em trabalhos completamente novos para mim. Obrigada por todas as valiosas contribuições.

À Embrapa Clima Temperado, uma empresa fundamental para o desenvolvimento científico no país, e que ofereceu todo o suporte para o desenvolvimento desta pesquisa.

À Universidade Federal de Pelotas, em especial, ao PPG em Agronomia - Fruticultura de Clima Temperado, e todos os professores. Obrigada pela acolhida, os ensinamentos e oportunidades de aprendizado em disciplinas e congressos científicos.

Ao pesquisador Ricardo Valgas, por toda a orientação e suporte no planejamento e avaliação dos experimentos.

Ao Dr. Emerson Dias Gonçalves e a EPAMIG, pelo fornecimento de mudas de cultivares de framboeseira.

Aos colegas do Grupo de Pesquisa em Pequenas Frutas da Embrapa Clima temperado: Michél Aldrighi Gonçalves, Carine Cocco, Daniela Höhn, Luciano Picolotto, Ivan Pereira, Gérson Vignolo, Izabel Nardello, Cíntia Fagundes, Marina Costa Alves, Matheus Silva, Thais Barbosa, Fernanda Thiel e Juliano Schmitz, pela agradável convivência e auxílio na execução do projeto, e por tornar mais agradáveis e descontraídas as horas de trabalho. Agradeço, em especial, ao Rudi, Ivan, ao Michél, e à Daniela, pois foram aqueles que mais contribuíram para a realização efetiva do meu trabalho de mestrado.

Ao Núcleo de Alimentos da Embrapa Clima Temperado, em especial à Marina Schiavon, a Elisa Pereira e Daniele Coelho. Obrigada pela amizade, por todo auxílio e pela paciência em me ensinar tantas coisas.

Ao departamento de Agrometeorologia da Embrapa Clima Temperado, em especial ao Douglas Bermudez, por todo suporte na instalação, leitura e avaliação dos resultados das variáveis climáticas.

Aos amigos e colegas do Laboratório de Melhoramento Genético da Embrapa Clima Temperado, além de me permitirem realizar diversas análises na sala das frutas, me proporcionaram dias de trabalho mais descontraídos e divertidos. Todos vocês são grandes amigos e pessoas excepcionais.

Aos colegas do PPGA em Fruticultura de Clima Temperado. Agradeço por terem me acolhido e integrado no grupo rapidamente, pela parceira, pela amizade, pelos mates, chopes e cervejas compartilhados.

Aos amigos distantes, mas de sempre: Laila Mayara Drebes e Tuane Araldi da Silva (o trio das mentes desassossegadas); Felipe Dalzotto Artuzo, graças ao teu incentivo insistente a dois anos atrás, hoje faço o que realmente gosto; Camila Deves Fin, faz tanto tempo que somos amigas que as nossas histórias até se confundem; Sirlene Mathes, Deise Maldaner, Mônica Simon, Priscila Fin, Samara Follmann e Luana Weber, ahh, nem sei descrever como é bom voltar a terrinha e encontrar vocês sempre por lá; Tassiane Bolzan Moraes, Maria Vieira, Fabiane Rambo e Andressa Costa Prates, são amizades que Frederico Westphalen me proporcionou e levo pra sempre.

Aos amigos de Pelotas: Nicacia Portela, Eduardo Costa, Fernanda Quintanilha. Muito obrigada por me permitirem compartilhar tantos momentos e desassossegos com vocês, amigos que sempre me mantiveram forte e me proporcionam tanta felicidade!

À banca examinadora, por todas as contribuições para a melhoria e qualificação deste trabalho.

À CAPES, pela concessão das bolsas.

MUITO OBRIGADA!

*“Saber que se puede. Querer que se pueda.
Quitarse los miedos. Sacarlos afuera.
Pintarse la cara, color esperanza.
Tentar al futuro con el corazón.
Vale más poder brillar
Que solo buscar ver el sol”*

- Coti Sorokin

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 Corrêa Antunes e co-orientação da Ph.D. Márcia Vizotto e Dr. Carlos Reisser Júnior, no período de março de 2013 a fevereiro de 2015. Foram realizados estudos sobre a produção de mudas de cultivares de framboeseira (*Rubus idaeus* L.); aspectos produtivos e de qualidade das frutas, provenientes de diferentes cultivares com e sem a utilização de cobertura plástica, que estão apresentados em três capítulos. E para melhor compreensão dos temas pesquisados, o trabalho se inicia com a revisão bibliográfica sobre os temas mais relevantes.

Resumo

MARCHI, Priscila Monalisa. **Propagação, aspectos agronômicos e qualidade de frutas de cultivares de framboeseira**. 2015. 123f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

O estudo teve como objetivo avaliar a propagação, adaptação, aspectos agronômicos e a qualidade de frutas de cultivares de framboeseira, produzidas nas condições de cultivo de Pelotas-RS. Referente à propagação, foram avaliadas as cultivares Heritage, Fallgold, Indian Summer, Bababerry, Polana, Schöenmann, Willamette e Golden Bliss. Referente à produção e qualidade de frutas, foram analisadas as cultivares Heritage, Fallgold e Alemãzinha, em sistema com e sem cobertura plástica sobre o dossel das plantas. A pesquisa foi conduzida em Pelotas, RS, em área experimental da Embrapa Clima Temperado (CPACT), durante o período de novembro de 2013 a dezembro de 2014. Para isso, foram realizados três experimentos: (1) propagação de cultivares de framboeseira a partir de brotações caulinares; (2) produção de cultivares de framboeseira com e sem cobertura plástica; e (3) físico química, compostos bioativos e atividade antioxidante em framboesas provenientes de cultivo com e sem cobertura plástica. No primeiro experimento foram avaliados parâmetros de enraizamento e formação de mudas. No segundo experimento, avaliou-se aspectos de fenologia, crescimento vegetativo e produção de frutas. No terceiro, foram avaliados atributos de qualidade de framboesas. No presente estudo, pode-se concluir que: a técnica de enraizamento de brotações caulinares de framboeseira pode ser recomendada com êxito para as cultivares Bababerry, Schöenmann, Golden Bliss, Willamette e Heritage, havendo diferenças entre as cultivares no potencial de formação de calos, enraizamento e desenvolvimento de mudas; as cultivares de framboesiras remontantes Alemãzinha, Heritage e Fallgold se adaptam às condições de cultivo de Pelotas-RS para produção em dois ciclos (outono e primavera), sendo as maiores produções obtidas na primavera; a cobertura plástica sobre o dossel não influencia em aspectos produtivos, prolonga a colheita na primavera e melhora o tamanho das frutas no outono; framboesas 'Heritage' possuem menor acidez titulável e maior relação SS/AT; framboesas 'Alemãzinha' e 'Heritage' apresentam maiores concentrações de compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante; os teores de compostos fenólicos são mais altos em framboesas colhidas no final do ciclo, a atividade antioxidante é maior no início e no final, e antocianinas em framboesas 'Heritage' no pico e no final; a cobertura plástica transparente proporcionou aumento no teor de sólidos solúveis, e maiores níveis de compostos fenólicos, atividade antioxidante e antocianinas somente no final do ciclo produtivo.

Palavras-chave: *Rubus idaeus* L., fenologia, cultivo, enraizamento, fitoquímicos.

Abstract

MARCHI, Priscila Monalisa. **Propagation, agronomic aspects and fruit quality of raspberry cultivars**. 2015. 123f. . Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

The study aimed to evaluate the propagation, adaptation, agronomic aspects and fruit quality of raspberry cultivars produced in field conditions of Pelotas-RS. Concerning the propagation, it was evaluated the cultivars Heritage, Fallgold, Indian Summer, Bababerry, Polana, Schöenmann, Willamette and Golden Bliss. About the production and fruit quality, it was evaluated the cultivars Heritage, Fallgold and Alemãzinha, in system with and without plastic cover under plant canopy. The studies were developed in Pelotas, RS, at experimental area of Embrapa Clima Temperado (CPACT), from November 2013 to December 2014. Three experimental settings were performed: (1) propagation of raspberries cultivars from shoot-cuttings; (2) production of raspberries cultivars with and without plastic cover; and (3) physicochemical, bioactive compounds and antioxidant activity in raspberries obtained of with and without plastic cover cultivation system. In the first experiment, rooting parameters and seedling development were evaluated. In the second experiment, it was evaluated the phenology, vegetative growth and fruits production. In the third, it was analyzed some fruit quality attributes of raspberries. In the present study can be concluded: the rooting technique of shoot-cuttings of raspberries can be successfully recommended for Bababerry, Schöenmann, Golden Bliss, Willamette and Heritage cultivars, having differences between the cultivars for callus formation, rooting and seedlings development; the primocane raspberries cultivars Alemãzinha, Heritage and Fallgold are adapted for the growing conditions of Pelotas, RS, for two productions cycles (fall and spring) with highest production at spring; the employ of plastic cover under plants canopy do not influence the production aspects, extend the harvest at spring and improve the fruits size in autumn; 'Heritage' raspberries has less titratable acidity and highest SS/AT; 'Alemãzinha' and 'Heritage' fruits has highest levels of phenolic compounds, anthocyanin and antioxidant activity; the phenolic compounds are highest in raspberries harvest in the end of cycle, the antioxidant activity levels are highest in the cycle start and end, and anthocyanin in 'Heritage' raspberries in the harvest peak and end; the employ of transparent plastic cover provided increase in the soluble solids levels, and highest levels of phenolic compounds, anthocyanin and antioxidant activity just in end of productive cycle.

Keywords: *Rubus idaeus* L., phenology, crop, rooting, phytochemicals.

LISTA DE FIGURAS

Revisão de literatura

- Figura 1** - Esquemas exemplificando o manejo de cultivares remontantes com poda de desponde (A) e com poda drástica, rente ao solo (B)..... 25

Capítulo I – Propagação de framboeseira a partir de brotações caulinares

- Figura 1** - Sobrevivência final das cultivares de framboeseira Bababerry, Schöenmann, Golden Bliss, Willamette, Heritage, Fallgold, Polana Indian Summer, correspondente às duas etapas (90 e 180 dias). Pelotas – RS, 2015..... 65

Capítulo II – Produção de cultivares de framboeseira sob cobertura plástica

- Figura 1** - Framboeseiras ‘Heritage’, ‘Alemãzinha’ e ‘Fallgold’ cultivadas sem cobertura plástica (esquerda) e com cobertura plástica (direita) sobre o dossel das plantas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014..... 75
- Figura 2** - Relação entre a temperatura do ar em ambiente com cobertura plástica (AC) e a temperatura do ar em ambiente não coberto (ANC), em três diferentes extratos da planta: base da planta, nível 1 (A); 30cm da base, nível 2 (B); 60cm da base, nível 3 (C); ápice da planta, nível 4 (D), registrada de hora em hora nos períodos noturno e diurno. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014..... 79
- Figura 3** - Relação entre a umidade relativa do ar em ambiente com cobertura plástica (AC) e a umidade relativa do ar em ambiente não coberto (ANC), registrada de hora em hora nos períodos noturno e diurno. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014. 80
- Figura 4** - Relação entre a Radiação fotossinteticamente ativa em ambiente com cobertura plástica (AC) e a radiação fotossinteticamente ativa em ambiente não coberto (ANC), registrada de hora em hora nos períodos noturno e diurno. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014..... 81
- Figura 5** - Descrição das fenofases florescimento e colheita dos dois ciclos produtivos de 2014 de plantas de cultivares de framboeseiras remontantes Heritage, Alemãzinha e Fallgold. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014..... 84
- Figura 6** - Produção por planta ($g.planta^{-1}$) das cultivares de framboeseiras remontantes Heritage, Alemãzinha e Fallgold, ao longo do primeiro (outono) (A) e segundo (primavera) (B) ciclos de produção, divididos em quinzenas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014..... 86

Figura 7 -	Produção acumulada (g.planta ⁻¹) das cultivares de framboeseiras remontantes Heritage, Alemãzinha e Fallgold, ao longo do primeiro (outono) (A) e segundo (primavera) (B) período de colheita, divididos em quinzenas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014.....	88
Figura 8 -	Produção acumulada total (g.planta ⁻¹) das cultivares de framboeseiras remontantes Heritage, Alemãzinha e Fallgold em dois ciclos produtivos no ano de cultivo de 2014. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014.....	89
Figura 9 -	Massa média de frutas (g) das cultivares de framboeseiras remontantes Heritage, Alemãzinha e Fallgold (A) cultivadas com e sem cobertura plástica sobre o dossel das plantas (B) ao longo do primeiro ciclo produtivo de 2014, dividido em quinzenas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014.....	91
Figura 10 -	Massa média de frutas (g) das cultivares de framboeseiras remontantes Heritage, Alemãzinha e Fallgold (A) cultivadas com e sem cobertura plástica sobre o dossel das plantas (B) ao longo do segundo ciclo produtivo de 2014, dividido em quinzenas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014.....	92

Capítulo III - Físico-química, compostos bioativos e atividade antioxidante em framboesas provenientes de cultivo com e sem cobertura plástica.

Figura 1 -	Framboesas 'Alemãzinha', 'Fallgold' e 'Heritage'. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	104
Figura 2 -	Correlação entre compostos fenólicos totais e atividade antioxidante (A) e relação entre compostos fenólicos totais e antocianinas (B) em framboesas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	115

LISTA DE TABELAS

Capítulo I – Propagação de framboeseira a partir de brotações caulinares.

- Tabela 1** - Resultados obtidos aos 90 dias para as variáveis brotações com calos; brotações enraizadas; comprimento médio da maior raiz; massa seca de raízes; massa seca de parte aérea; e brotações sobreviventes de diferentes cultivares de framboeseira propagadas por brotações caulinares. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2014..... 62
- Tabela 2** - Resultados obtidos aos 180 dias, referente às brotações enraizadas sobreviventes, para as variáveis plantas vivas; comprimento médio da maior raiz; massa seca de raízes; comprimento médio da parte aérea; massa seca de parte aérea; número de folhas; e área foliar de mudas de diferentes cultivares de framboeseira oriundas de brotações caulinares. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2014..... 64

Capítulo II – Produção de cultivares de framboeseira sob cobertura plástica.

- Tabela 1** - Número de frutas por planta; Produção (g.planta^{-1}); Diâmetro longitudinal (mm) e vertical (mm); e Massa média de fruta (g) nas cultivares de framboeseiras remontantes Alemãzinha, Fallgold e Heritage, cultivadas com e sem cobertura plástica sobre o dossel das plantas, em dois ciclos de colheita. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014..... 95
- Tabela 2** - Comprimento médio de hastes (cm); Diâmetro médio de hastes (mm); Área foliar (cm^2); e Massa seca de poda (g.planta^{-1}) nas cultivares de framboeseiras remontantes Alemãzinha, Fallgold e Heritage, cultivadas com e sem cobertura plástica sobre o dossel das plantas, em dois ciclos de colheita. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014..... 97

Capítulo III - Físico-química, compostos bioativos e atividade antioxidante em framboesas provenientes de cultivo com e sem cobertura plástica.

- Tabela 1** - Acidez titulável (% de ácido cítrico), sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$), Relação SS/At e pH de frutas de cultivares de framboeseira (*Rubus idaeus*) em sistema coberto e não coberto em diferentes épocas de colheita. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015..... 109
- Tabela 2** - Compostos fenólicos ($\text{mg de ácido clorogênico.100g}^{-1}$) de frutas de cultivares de framboeseira (*Rubus idaeus*) em sistema coberto e não coberto em diferentes épocas de colheita (final de outubro a início de dezembro). Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015..... 111

Tabela 3 -	Concentração de Antocianinas (mg cianidina-3-glicosídeo.100g ⁻¹) de frutas de cultivares de framboeseira (<i>Rubus idaeus</i>) em sistema coberto e não coberto em diferentes épocas de colheita (final de outubro a início de dezembro). Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	113
Tabela 4 -	Atividade Antioxidante (mg eq.Trolox.100g ⁻¹) de frutas de cultivares de framboeseira (<i>Rubus idaeus</i>) em sistema coberto e não coberto em diferentes épocas de colheita (final de outubro a início de dezembro). Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.....	114

Sumário

Apresentação	9
Resumo	10
Abstract	11
1 Introdução Geral	17
2 Revisão de literatura	22
2.1 Origem, importância econômica e Produção	22
2.2 A planta de framboesa	23
2.2.1 Hábitos de crescimento da framboeseira	25
2.2.2 Desenvolvimento da flor e da fruta de framboeseira	27
2.2.3 Requerimentos de cultivo	28
2.3 Produção de mudas	30
2.4 Cultivares	31
2.5 Aspectos fenológicos	35
2.6 Influência dos fatores ambientais e de manejo na produção e qualidade das frutas	36
2.7 Atributos de qualidade nas frutas	39
2.8 Composição nutricional e valor energético	40
2.9 Características físico-químicas das frutas	41
2.10 Propriedades funcionais da framboesa	42
2.11 Referências bibliográficas	45
3. Capítulo I - Propagação de cultivares de framboeseira a partir de brotações caulinares	55
3.1 Introdução	55
3.2 Material e métodos	57
3.3 Resultados e discussão	59
3.4 Conclusões	67
3.5 Referências bibliográficas	67
4 Capítulo II - Produção de cultivares de framboeseira sob cobertura plástica	73
4.1 Introdução	73
4.2 Material e Métodos	74
4.3 Resultados e discussão	78
4.4 Conclusão	98
4.5 Referências bibliográficas	99
5 Capítulo III - Físico-química, compostos bioativos e atividade antioxidante em framboesas provenientes de cultivo com e sem cobertura plástica.....	102
5.1 Introdução	102
5.2 Material e métodos	103
5.3 Resultados e discussão	107
5.4 Conclusão	117
5.5 Referências bibliográficas	117
6. Considerações finais	122

1 Introdução Geral

Com a globalização dos hábitos alimentares que caracteriza a atual geração, se torna muito clara a preferência dos consumidores por alimentos de alta qualidade e que também possam trazer benefícios à saúde. Atualmente, a diversidade e a agilidade dos meios de comunicação, fazem com que as informações cheguem aos consumidores com muito mais facilidade e rapidez. Isso contribui com a maior divulgação dos benefícios relacionados ao consumo de frutas e vegetais, e à associação do consumo dos mesmos com a prevenção e combate a doenças crônicas não transmissíveis. Este, possivelmente, é o principal fator de impulso no aumento da procura por alimentos diferenciados, muitas vezes até desconhecidos da população.

Sendo assim, se faz necessário um maior investimento na produção mundial deste setor alimentar, considerando a possibilidade de exploração de novas áreas com potencial produtivo, favorecendo a valorização da diversificação das atividades agrícolas e introduzindo culturas com boas perspectivas do ponto de vista econômico e mercadológico, e que possibilitem o incremento em vantagens referentes à oferta frequente de uma maior diversidade de frutas frescas e processadas, que sejam produzidas localmente. Neste contexto, os pequenos frutos surgem como destaque. A produção remete à exigência de muita mão de obra e trabalhos muito intensos, no entanto, os resultados baseiam-se em alto retorno econômico em pequenas áreas de cultivo e num curto espaço de tempo.

Buscando aumentar a produção de pequenas frutas, a pesquisa têm efetuado diversos estudos com foco no aperfeiçoamento do sistema produtivo, conforme as culturas vão sendo difundidas em diferentes regiões. Desta forma, o mirtilheiro, o morangueiro e a amoreira-preta são alvo de pesquisa, no entanto, a framboeseira, apesar de apresentar a maior produção nacional no Rio Grande do Sul, ainda é um cultivo incipiente no país.

A framboeseira é uma cultura que merece destaque levando em conta sua discreta participação nas pesquisas existentes, representando um alto potencial para geração de renda em pequenas propriedades, surgindo como um produto que possibilita alto valor agregado, com um mercado nacional e internacional promissor.

Partindo destes pressupostos, nota-se a existência de muitos gargalos no cultivo da framboeseira. Sendo assim, é necessário ampliar o conhecimento sobre o manejo, a fim de divulgar o consumo e o cultivo, tornando-o mais rentável. Em outras palavras, há espaços para estudos envolvendo desde a produção de mudas, adaptação da cultura em diferentes locais, manejo, caracterização de cultivares, sistemas produtivos e avaliação de qualidade de frutas, visando um melhor preparo do produtor frente aos desafios encontrados eventualmente.

Com a instalação de pomares e expansão de áreas de cultivo de framboeseira, surge a produção de mudas como ponto de partida para se obter sucesso na produção e frutas de qualidade. Trata-se de uma etapa da instalação do pomar que reflete diretamente na resposta da cultura, influenciando nas outras práticas e tecnologias aplicadas. Poucos estudos abordam a propagação de framboesiras no Brasil, sendo que os existentes, de maneira geral, tratam sobre a micropropagação, que é a mais segura no que se refere à qualidade fitossanitária das mudas, no entanto estas são dificilmente adquiridas pelo produtor, devido ao alto custo.

Diversos estudos demonstram que alguns fatores podem facilitar a propagação e melhorar a qualidade de mudas de frutíferas do gênero *Rubus*. Dentre eles, destaca-se a utilização de diferentes materiais propagativos (estacas radiculares e caulinares, rebentos, etc.), concentrações de hormônios, o armazenamento de estacas a frio-úmido, substratos, presença de folhas nas estacas, idade fisiológica das estacas, entre outros.

Materiais propagativos jovens apresentam facilidade de enraizamento, pelo balanço hormonal deste tipo de órgão. Brotações caulinares, por exemplo, possuem bom equilíbrio entre auxinas e citocininas, o que é fundamental para o enraizamento. No quesito qualidade, a circulação de seiva é muito menor, resultando em menor ocorrência de patógenos. Além de tudo, impede a proliferação de patógenos de solo e apresenta baixo custo de execução, sendo acessível ao produtor. Por esse motivo, estudos sobre propagação de framboeseira são válidos no sentido de gerar informações que sejam possivelmente executáveis pelos produtores ou viveiristas, e

que venham a impulsionar o cultivo oferecendo suporte para que a atividade seja rentável e com resultados satisfatórios.

Com referência ao cultivo, existem diversos fatores que interferem no sucesso, especialmente as condições climáticas do local. Portanto, diferentes cultivares podem apresentar resposta diferenciadas, dependendo do local onde forem cultivadas. Quando uma cultivar selecionada para uma determinada região é plantada em outro local, com condições climáticas diferentes, os resultados de produção e qualidade de frutas dificilmente serão os mesmos.

Até o momento, nenhuma cultivar de framboeseira foi desenvolvida no Brasil, o que implica na utilização de variedades importadas para o cultivo local. Surge, então, a necessidade de identificar o potencial produtivo da cultura nos diferentes locais e caracterizar as variedades, pois certamente as respostas como fenologia, produção, produtividade, qualidade de frutas e susceptibilidade a doenças e pragas não serão as mesmas daquelas obtidas nas condições onde foram selecionadas.

Além disso, sabe-se que diferentes sistemas de produção trazem consigo novidades, bem como diferentes produtividades, que devem ser estudadas e otimizadas para as diversas regiões produtoras. Uma das aplicações que vêm apresentando sucesso no cultivo de framboeseira em diversas regiões do mundo, é a utilização de cobertura plástica sobre o dossel das plantas. Esta prática demonstra ser benéfica tanto no sentido de proporcionar maiores produtividades, quanto a obtenção de frutas com maior qualidade.

Ocorrem grandes mudanças de microclima em ambiente coberto, alterando variáveis climáticas como temperatura, radiação incidente e umidade relativa do ar, além de menor incidência de ventos diretos e proteção das plantas contra adversidades climáticas como chuvas fortes, granizos e geadas. Não ocorre deposição de gotas de chuva sobre o dossel, o que reduz a incidência de doenças e pragas. Todos estes fatores resultam em alterações fisiológicas nas plantas, as quais são responsáveis por mudanças de fenologia, produção e qualidade de frutas. Contudo, os efeitos da utilização deste sistema em framboeseiras nas condições de cultivo de Pelotas-RS não são conhecidas, o que demanda estudos para verificar a eficiência do sistema e verificar formas de manejo corretas para que o sistema seja benéfico.

O grande interesse pela população em consumir framboesas vai além do seu sabor e aroma agradáveis. O alto valor nutricional da fruta tem atraído a atenção de

consumidores, devido, principalmente, ao conteúdo de compostos bioativos presentes na fruta, que promovem a saúde. Estes compostos bioativos são, basicamente, metabólitos secundários sintetizados pela planta como reação a fatores bióticos e abióticos. Portanto, fica claro que os seus teores nas frutas sofrem efeito de genótipos, condições edafoclimáticas e de manejo. Sendo assim, estudos que identifiquem estes compostos em framboesas são extremamente válidos, pois podem servir para informar de forma mais precisa sobre o valor nutricional da fruta, além de direcionar o produtor, de forma a optar por variedades com maior potencial de sintetizar tais compostos e manejar o cultivo para obter resultados mais satisfatórios.

Tendo em vista os efeitos pronunciados de fatores como a utilização de mudas de qualidade; cultivares adaptadas e produtivas; da utilização do cultivo protegido; e a importância nutricional que envolve as framboesas, o estudo justifica-se pela escassez de estudos sobre os tópicos citados.

Sendo assim, o presente trabalho busca aperfeiçoar e difundir diversos aspectos produtivos referentes ao cultivo da framboeseira, com o intuito de gerar parâmetros para o melhor aproveitamento desta cultura na produção frutícola da região de Pelotas, RS.

1.1 Objetivo geral

Avaliar a propagação, adaptação, aspectos agronômicos e a qualidade de frutas de cultivares de framboeseira, produzidas nas condições de cultivo de Pelotas-RS.

1.2 Objetivos específicos

- 1) Estudar o potencial de enraizamento e de formação de mudas oriundas de brotações caulinares de cultivares de framboeseira;
- 2) Avaliar o crescimento, desenvolvimento e produção de diferentes cultivares de framboeseira manejadas com e sem cobertura plástica;
- 3) Avaliar a qualidade (atributos físico-químicos, compostos bioativos e atividade antioxidante) de frutas de diferentes cultivares de framboesas produzidas com e sem cobertura plástica.

1.3 Hipóteses

- 1) O potencial de enraizamento e formação de mudas de framboeseira são influenciados pelo material propagativo utilizado e pelo fator genético (cultivar);
- 2) As cultivares de framboeseira apresentam bom desempenho agrônômico na região de Pelotas-RS;
- 3) Distintas cultivares de framboeseira apresentam variações nas características produtivas e qualitativas quando cultivadas em ambiente protegido;
- 4) Os atributos físico-químicos e compostos bioativos em frutas de framboeseira são influenciados pela utilização de cobertura plástica.

2. Revisão de literatura

2.1 Origem, importância econômica e Produção

Diversas espécies frutíferas de clima temperado como a amora-preta (*Rubus* sp.), a framboesa (*Rubus idaeus* L.), o morango (*Fragaria x ananassa* Duch) e o mirtilo (*Vaccinium* sp.), são coletivamente chamadas de frutas vermelhas ou pequenos frutos (BARBIERI e VIZZOTTO, 2012; DIAS et al., 2011; GONÇALVEZ et al., 2011).

A framboeseira é a terceira espécie deste grupo mais cultivada no mundo, com 184 mil hectares, sendo precedida apenas pelo morango e pelo mirtilo. Atualmente, são 37 países que exploram a cultura. Destes, a Rússia alcança a maior produção, com mais de 130 mil toneladas, seguida da Sérvia, com mais de 90 mil toneladas, e da Polônia e Estados Unidos da América, ambos com mais de 55 mil toneladas (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO, 2015).

Na América do Sul, o Chile detém a maior produção, contando com uma grande logística de exportação para vários mercados do mundo (Plaza, 2003). O plantio de framboeseira também vem crescendo significativamente em outros países, como a Argentina e o Uruguai.

No Brasil a oferta é menor que a demanda, mesmo com preços compensadores pagos aos produtores (PAGOT, 2010). Para Maro (2011), isto se deve ao fato de que, dentre as pequenas frutas, a framboeseira é a que apresenta as maiores limitações técnicas devido a sensibilidade da planta e da fruta ao clima, além da elevada exigência em frio.

A framboeseira é originária do norte da Ásia e Europa Oriental, e existem relatos de seu cultivo desde a Idade Média. O monte Ida, localizado na Grécia, foi o que inspirou o nome da espécie, "*Rubus idaeus*" (ALCAYAGA, 2009).

A sua introdução no Brasil teve início com a chegada dos imigrantes alemães, que as trouxeram para os quintais de suas colônias, visando o consumo familiar. Já os primeiros cultivos comerciais ocorreram em Campos do Jordão, no Estado de São Paulo, na década de 50, por meio da introdução de algumas cultivares trazidas pelo Barão Suíço Otto Von Leithner (PAGOT, 2004), que obteve grande êxito na sua ação, pois o cultivo se difundiu para outras regiões do Brasil com aptidão para a produção, como é o caso do Sul do país. Atualmente estima-se, apesar dos dados serem inconsistentes, que haja 150 hectares de framboeseira no Brasil, que conferem 300 t/ano (GONÇALVES et al., 2011), sendo que os Estados produtores se restringem ao Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Minas Gerais e São Paulo, destacando-se com maior representatividade em área plantada a região Sul do Brasil, mais precisamente os municípios de Caxias do Sul e Vacaria.

No Rio Grande do Sul, a cultura tem tido boa aceitação por produtores de pequenos frutos. Uma das razões para isto é a possibilidade de diversificação da propriedade, empregada, principalmente, por produtores que cultivam outras espécies de pequenas frutas, como a amora-preta, o mirtilo e a fisális. Assim, eles logram garantir renda em períodos diferenciados, tendo em vista a possibilidade de colheita de framboesa no período de repouso destas culturas (estação de outono, entre os meses de maio a julho). Além disso, trata-se de uma planta rústica que se adapta perfeitamente ao cultivo orgânico (PIO et al., 2012), com produtividade que pode chegar a 7,39 t.ha⁻¹ em regiões de clima frio (PARRA-QUEZADA, 2007).

É uma cultura que se enquadra perfeitamente ao turismo rural, que vem se destacando atualmente e permite a divulgação da cultura como forma de lazer para as pessoas. Cabe ressaltar, ainda, as enormes possibilidades de venda das frutas *in natura* ou congeladas, frente à sua versatilidade. Além disso, o fato de a framboesa ser fortemente divulgada e consumida em países da América do Norte e Europa, torna as possibilidades de exportação otimistas.

2.2 A planta de framboesa

A framboeseira pertence à família *Rosaceae*, gênero *Rubus*, o qual inclui plantas herbáceas, perenes e bianuais, e está subdividido em um elevado número de subgêneros (OLIVEIRA et al., 2007; RASEIRA et al., 2004). As framboeseiras pertencem ao subgênero *Idaeobatus*, e ocorrem nos cinco continentes, mas têm sua

distribuição centrada fundamentalmente no hemisfério Norte, com especial incidência na Ásia, Europa e América do Norte (LEITZKE et al., 2010; OLIVEIRA et al., 2007).

Conforme relatado por Raseira et al. (2004), a maioria das cultivares tiveram sua origem a partir de duas subespécies diploides, nativas da Europa, *Rubus idaeus* L. e *Rubus idaeus vulgatus* Arrhen, e de *Rubus idaeus Strigosus* (Michx.), nativa da América Norte e da Ásia. Oliveira et al. (2007) complementa que, no melhoramento da framboeseira, não foi utilizada a indução à poliploidia, o que explica a semelhança das espécies existentes com as selvagens.

O subgênero *Idaeobatus* compreende, dentre as espécies mais importantes, a espécie *Rubus idaeus* L., que se refere às framboesas vermelhas e amarelas; *Rubus occidentalis*, que compreende as framboesas negras; e *Rubus neglectus*, que é composto pelas framboesas de cor púrpura (BUSHWAY et al., 2008).

Tratando-se das características botânicas e morfológicas, a framboeseira é considerada uma espécie de clima temperado e que possui hastes semi-lenhosas de vida curta, sustentadas por um sistema radicular perene que pode durar mais de 20 anos (HEIDE; SØNSTEBY, 2011; SØNSTEBY; HEIDE, 2012). O sistema radicular desempenha funções como sustentação da planta, absorção e armazenamento de elementos nutritivos, além de possuir a capacidade de emitir gemas caulinares adventícias, que originam novos brotos, característica que permite à planta tornar-se perene (KRETZSCHMAR et al., 2013). Além disso, seu desenvolvimento é horizontal e assimétrico, possui abundante ramificação superficial, podendo atingir, normalmente, os primeiros 25cm do solo, sendo que a sua distribuição é influenciada pela competição entre plantas, bem como, pela disponibilidade de água e fertilizantes. Sua estrutura é fasciculada, portanto, as raízes são mais grossas junto à base dos lançamentos, e a maioria delas apresenta espessura de 3 a 4mm (KRETZSCHMAR et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2007;).

Considerando que é a partir do sistema radicular da framboeseira que surgem novas hastes todos os anos, Oliveira et al. (2007) ressalta a importância em conhecer a sua disposição espacial para efetuar uma prática cultural adequada. As hastes têm origem de gemas radiculares, que podem formar-se em raízes com apenas dois meses de idade, em intervalos irregulares de até 10cm; e também originam-se a partir de gemas dormentes localizadas na base das hastes. Entretanto, para Kretzschmar et al. (2013), a capacidade de emitir brotos em

abundância é uma característica varietal, apresentando diferenças entre as cultivares. Cabe ressaltar, ainda, que a renovação sucessiva de brotos a partir de gemas da base das hastes, origina a formação de uma touceira, sendo fundamental o manejo adequado neste aspecto (OLIVEIRA et al., 2007).

Os caules (hastes) bianuais da framboeseira são cilíndricos, mais ou menos eretos, quebradiços, podendo ser lisos ou ostentar pelos ou acúleos de diversas formas, tamanhos e densidade na haste. Estes caracteres são muito importantes sob o ponto de vista taxonômico e na susceptibilidade à algumas doenças. O número de nós é uma característica importante do ponto de vista produtivo, considerando que são eles que originarão as inflorescências, sendo a sua quantidade influenciada pela cultivar e pelas condições de crescimento, pois o número de nós pode ser reduzido frente a um crescimento muito rápido da haste (KRETZSCHMAR et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2007).

A framboeseira possui folhas que são capazes de absorver água, e movimentá-la no sentido ascendente ou descendente, com capacidade condutora superior às necessidades da planta. Estas folhas são trifoliadas quando jovens e posteriormente apresentam cinco folíolos, que contém estômatos na sua parte inferior. Cabe ressaltar que no outono ocorre a queda das folhas (OLIVEIRA et al., 2007), que voltam a brotar na primavera, evidenciando um período de repouso da planta.

2.2.1 Hábitos de crescimento da framboeseira

Existem dois grupos que compõem a espécie determinados por suas características de crescimento. As framboeseiras que integram o grupo denominado remontantes, reflorescentes ou bíferas, podem ser identificadas, ainda, na literatura, como 'primocane-fruiting'. São assim chamadas, pois podem florir em hastes do ano durante a estação de crescimento. Estas hastes novas (primocanes, em inglês) podem ser oriundas de gemas localizadas nas raízes, ou na base de outras hastes, ou ainda da coroa. Neste caso, as flores podem surgir nas hastes do ano independentemente da duração do dia, e no cultivo a campo, podem produzir frutas durante a estação de crescimento, geralmente no fim do verão/início do outono. Desta forma, a floração e frutificação ocorre em gemas localizadas na região distal da haste do ano, sendo que as gemas proximais permanecem dormentes até a

primavera seguinte, proporcionando potencial para obter-se duas colheitas por ano (PRITTS, 2008).

Entretanto, ainda segundo Pritts (2008), as framboesas reflorescentes mais tradicionais iniciam a floração nas gemas proximais das hastes do ano quando expostas à dias curtos e baixas temperaturas no outono, sendo requerido um período de frio antes destas gemas iniciarem o crescimento. Conseqüentemente, as gemas proximais florescem e frutificam no início do verão do segundo ano. Logo, é possível reconhecer que o manejo da framboeseira em duas colheitas no ano só é possível se o clima local proporcionar as condições necessárias para que as gemas proximais se desenvolvam, ficando clara a plasticidade desta característica conforme as condições ambientais a que à planta é exposta.

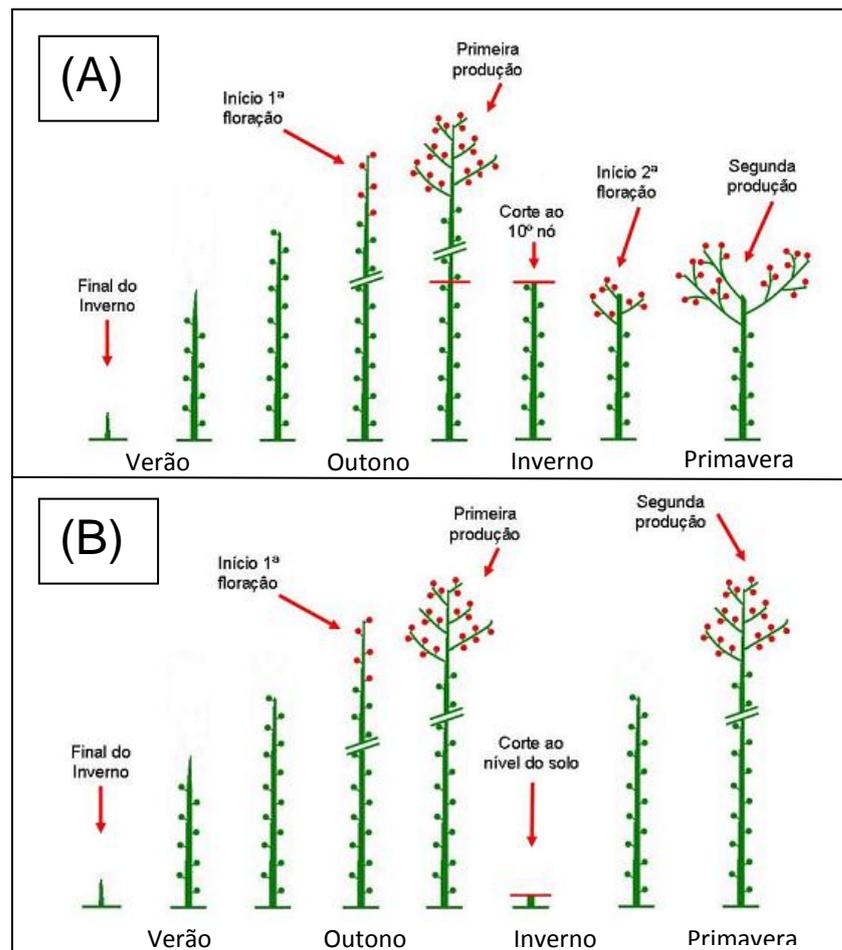


Figura 1 – Esquemas exemplificando o manejo de cultivares remontantes com poda de desponte (A) e com poda drástica, rente ao solo (B).

Fonte: OLIVEIRA et al., 2007.

As cultivares conhecidas como não-remontantes, não-reflorescentes, uníferas, ou ainda 'floricane-fruited', possuem hastes que completam um ciclo de vida de dois anos, durante o qual elas passam por uma sequência de fases sazonais, envolvendo crescimento vegetativo, formação floral e frutificação, bem como indução e rompimento de dormência invernal das gemas (SØNSTEBY e HEIDE, 2012). Ou seja, são cultivares que possuem hastes que florescem após um ano de crescimento vegetativo, e possuem apenas um ciclo produtivo por ano (OLIVEIRA et al., 2007; PAGOT, 2006; RASEIRA et al., 2004).

Sendo assim, as cultivares de framboesiras não-remontantes necessitam atingir o fim do crescimento para então florescer, enquanto as cultivares remontantes florescem durante a estação e crescimento. Keep (1988) sugere que se trata de uma característica determinada quantitativamente por genes que atuam de forma aditiva ou complementar, variando a sua expressão entre as diferentes cultivares. Oliveira et al. (2007) considera que uma framboeseira pode ser considerada remontante somente quando a produção oriunda de hastes do ano atinge valor comercial.

2.2.2 Desenvolvimento da flor e da fruta de framboeseira

A haste da framboeseira contém gemas que originam primórdios foliares, e na axila destes, eixos secundários originam uma inflorescência complexa, a qual é composta por uma inflorescência terminal e várias inflorescências secundárias. Esta inflorescência é definida, como do tipo cimeira, na qual o eixo principal é encimado por uma flor. A floração inicia-se no ápice, seguida das outras flores que aparecem sucessivamente em direção à base, em ráquis secundários (OLIVEIRA et al., 2007).

A flor típica da framboeseira é hermafrodita, de coloração branca, rosa ou até vermelha, e possui cinco pequenas sépalas e cinco pequenas pétalas. Muitos estames e muitos pistilos individuais encontram-se arranjados e inseridos no receptáculo. Para que ocorra a fixação do fruto, os grãos de pólen devem ser transferidos dos estames até o pistilo (BUSHWAY et al., 2008). Diversas espécies de insetos visitam as flores de framboeseira, entretanto a abelha doméstica é considerada o principal e mais eficiente agente polinizador (TEZOTTO-ULIANA e KLUGE, 2013).

Cada 100 a 125 pistilos da flor contém dois óvulos. No entanto, após decorridos em torno de 30 dias da polinização, um dos óvulos amadurece em uma semente madura, e o ovário em uma drupéola carnosa em volta da semente, sendo que aproximadamente 75 a 125 drupéolas compreendem a fruta de framboeseira madura (BUSHWAY et al., 2008).

Logo, a framboesa é considerada um fruto agregado, em que cada drupéola individual tem a mesma estrutura básica de um pêssego, uma cereja ou uma ameixa. Botanicamente, a fruta é chamada de drupa, a qual tem peso variável em torno de 2 a 4g. Uma característica muito importante da framboesa que deve ser levada em conta é que, quando madura, forma-se uma camada de abscisão no ponto de união entre as drupéolas e o receptáculo, ficando este último ligado à planta após a abscisão da fruta. Portanto, a fruta apresenta uma cavidade, a qual contribui para a alta sensibilidade à danos mecânicos e altera a firmeza. A maioria das cultivares de framboesas são vermelhas, mas cultivares de framboesas negras, púrpuras e amarelas também são cultivadas comercialmente (BUSHWAY et al., 2008; PIO et al, 2012).

2.2.3 Requerimentos de cultivo

A framboeseira é uma frutífera de clima temperado, o que indica a existência de um estado de inatividade fisiológica para garantir a sobrevivência da planta em baixas temperaturas. Conforme Oliveira et al (2007), *R. idaeus* apresenta um período de amadurecimento, que é uma resposta das plantas às condições outonais, em que o crescimento cessa, a planta entra em dormência e dá-se uma redução do conteúdo de água das hastes, acompanhada pelo movimento de reservas entre os lançamentos e a raiz, sendo de fundamental importância para a resistência das plantas ao frio.

A framboeseira apresenta um curto período de endodormência, o qual tem a sua intensidade e duração dependente das condições ambientais durante o crescimento, idade das plantas e diferenças genéticas entre cultivares. Há controvérsias sobre a necessidade em frio das framboeseiras remontantes com comportamento anual. Porém, as hastes devem passar por um período de baixas temperaturas para que as suas gemas basais se desenvolvam abundantemente (OLIVEIRA et al., 2007). Concordando com esta afirmação, Kretzchmar et al. (2013)

ressalta a qualidade do inverno como o fator mais importante no florescimento das framboesiras, pois, em condições de inverno ameno, muitas cultivares tendem a produzir duas florações no ano agrícola, mas elas produzirão somente em hastes de segundo ano se o inverno for muito rigoroso, apresentando, neste caso, comportamento não remontante.

Portanto, o grupo das framboesiras não remontantes compreende plantas com alta exigência em frio, o que representa pouco interesse comercial para cultivo nas condições climáticas brasileiras (MARO, 2011). Contudo, se considerar o cultivo de framboeseira em regiões muito frias, é preferível a utilização de cultivares do grupo não remontante, pois a produção de outono pode ser perdida pela geada (KRETZCHMAR et al., 2013).

Do ponto de vista fisiológico, a framboeseira pode apresentar-se como planta de dias curtos ou de dias longos. Ou seja, sob condições de dias com menos de 12 horas de luz e invernos com mais de 800 horas de frio, algumas cultivares emitem gemas florais somente em hastes de segundo ano, característica das cultivares não remontantes, enquanto as cultivares remontantes necessitam de dias longos, com mais de 12 horas de luz e invernos suaves (com menos de 650 a 700 horas de frio). As framboesiras são, também, sensíveis ao excesso de calor, sendo que períodos de seca associados ao calor reduzem o tamanho das frutas e a produção total (KRETZCHMAR et al., 2013).

Evidencia-se que as condições climáticas influenciam diretamente o comportamento das variedades de framboesiras, sendo possível cultivá-las em uma grande amplitude de climas. A máxima produção se dá em zonas temperadas, em função de sua origem. De maneira geral, apresenta baixa exigência em frio, podendo desenvolver-se em regiões de 400 a 800 horas de frio abaixo de 7,2°C, porém, existem variedades cuja necessidade em frio pode alcançar até 1.000 horas para brotar e florescer (KRETZCHMAR et al., 2013; PAGOT, 2006;).

Além da temperatura, é muito importante que o seu cultivo seja em um local bem ventilado, pois a framboeseira é muito susceptível à ferrugem e podridão por Botrites. Outro fator climático com destaque é a demanda hídrica, pois a framboeseira apresenta um sistema radicular muito superficial, portanto, sofre com escassez de água. Sendo assim, a planta demanda cerca de 800mm/ano, principalmente logo após o plantio e durante a frutificação. Tratando-se do solo, este

deve ser fértil, profundo e bem drenado, ligeiramente ácido com pH em torno de 6,0 (KRETZCHMAR et al., 2013).

2.3 Produção de mudas

A framboeseira propaga-se por via sexuada e assexuada. A propagação sexuada se dá através de sementes e é importante para o melhoramento genético. Porém, tratando-se da produção de mudas comerciais, não é recomendada, pois, apesar de produzir um grande número de sementes viáveis, estas apresentam dormência bastante complexa, além de alta probabilidade de variabilidade genética e longo tempo de espera para a frutificação (MAEDA e COELHO, 1995; TEZOTTO-ULIANA e KLUGE, 2013).

A propagação comercial de framboeseira é assexuada, por meio fragmentos radiculares, enraizamento de estacas caulinares, pela utilização de rebentos ou por cultura de tecidos (GONZÁLEZ, 2013; PIO et al., 2012). Segundo Ilha (2012), o método mais simples é a utilização de perfilhos enraizados, retirados de plantas adultas na época de outono-inverno. Já o enraizamento de estacas radiculares é a forma de produção de mudas mais empregada por viveiristas. Ambos são amplamente utilizados por produtores, pois, tendo-se um pomar sadio, o próprio produtor pode produzir novas mudas, tanto para a renovação quanto para ampliação ou instalação de um pomar.

Um método que vem sendo aplicado recentemente no Brasil, mas que é comumente utilizado no Chile é a utilização de brotos estiolados. Neste caso, as plantas são obtidas de brotos que nascem de raízes obtidas de plantas selecionadas ("planta-mãe"). Raízes de 3 a 5mm de diâmetro são retiradas das matrizes no outono-inverno e segmentadas. Podem ser armazenadas em câmara fria a 4°C por sete a 14 dias. São estabelecidas em substrato inerte (areia) e livre de patógenos, a uma profundidade de, aproximadamente, 1,5cm, e mantidos sob condições controladas de umidade e temperatura, dando origem a brotos que se denominam estiolados, devido à porção branca e estiolada que têm em sua base. Desta parte branca começa a emissão de novas raízes quando os brotos são colocados em substrato adequado, formando uma nova planta. Este método possui vantagens, tais como produzir plantas mais sadias, vigorosas e homogêneas, em um curto período

de produção (aproximadamente três meses) (ALARCÓN, 2004; GONZÁLEZ, 2013; ILHA, 2012;).

Recomenda-se iniciar um plantio com mudas certificadas e de alta qualidade, devido ao fato de que a continuidade do pomar se dá, de maneira geral, através da retirada de perfilhos e estacas, que irão transmitir patógenos no caso de estarem contaminados por eles, diminuindo severamente a vida do pomar, a qualidade e a produtividade de frutas (GONZÁLEZ, 2013). Neste ponto se destaca a cultura de tecidos, que se baseia na obtenção de clones por meio de fragmentos de tecido vegetal, e possibilita a obtenção de grande quantidade de mudas saudáveis, a partir de um pequeno volume de material genético (TEZOTTO-ULIANA e KLUGE, 2013).

Analisando as técnicas utilizadas para a produção de mudas, percebe-se a possibilidade de melhorias das mesmas, além do desenvolvimento de novas metodologias, haja vista a facilidade de multiplicação vegetativa da espécie, apesar da escassez de estudos existentes. Tais adaptações devem estar voltadas à produção de mudas de qualidade, que alcancem grandes produtividades, com ótimo estado sanitário e que também resultem em um baixo custo de produção. Com base nestes princípios, algumas peculiaridades do gênero vêm sendo estudadas, utilizando, principalmente, a amoreira-preta. Dentre os resultados mais otimistas, vale citar Vignolo et al. (2014), que identificaram benefícios da presença de folhas no enraizamento de estacas de amoreira-preta; e Dias et al. (2011) que sugerem o enraizamento de brotações radiculares de amoreira preta. Resultados como estes podem impulsionar uma nova linha de pesquisa sobre a propagação da framboeseira, com possibilidades de desenvolver e adaptar metodologias para o enraizamento de brotações caulinares e radiculares para a produção de mudas mais saudáveis, com um menor custo de execução.

2.4 Cultivares

Apesar de ser um cultivo com informações ainda inconsistentes no Brasil, a framboeseira possui uma longa história de cultivo e desenvolvimento. Segundo descrito por Bushway et al. (2008), elas possivelmente foram cultivadas pelos Romanos no século IV. Posteriormente, no século XVI, plantas de framboeseira foram coletadas de bosques para serem usadas em jardins da Europa. Por volta do início do século XIX, mais de 20 cultivares de framboesa vermelha foram cultivados

na Inglaterra e Estados Unidos. Em seguida, cultivares inglesas foram exportadas para os Estados Unidos e, subsequentemente, cruzadas com *seedlings* para criar novas cultivares, evidenciando a existência e a evolução de cultivares desde uma longa data.

Segundo Alcayaga (2009), as cultivares de framboeseiras diferem quanto à coloração dos frutos, origem ou hábito de frutificação. Quanto à coloração, podem ser vermelhas, amarelas, púrpuras ou negras (BUSHWAY et al., 2008). Quanto à origem, a maioria das cultivares são originárias de cruzamentos entre *Rubus idaeus* var. *vulgatus* Arrhen, originária da Europa, e *R. idaeus* var. *strigosus* Michx., originária da América do Norte e Ásia, tendo sido acrescentados genes das espécies *R. occidentalis* L., *R. cockburnianus* Helms., *R. biflorus* Buch., *R. Kuntzeanus* Helms., *R. parvifolius* Helms., *R. pungens oldhamii* (Mig) Maxim., *R. arcticus* L., *R. Stellatus* S. e *R. odolratus* L (DAUBENY, 1996). Já quanto ao hábito de frutificação, podem ser reflorescentes ou não-reflorescentes (KEEP, 1988; KRETZSCHMAR et al., 2013; OLIVEIRA et ., 2007; PAGOT, 2006; PRITTS, 2008; SØNSTEBY e HEIDE, 2012).

Atualmente, a framboesa vermelha é a mais largamente cultivada no mundo, com menor significância para a framboesa negra e a púrpura. A framboesa amarela que, segundo Bushway et al. (2008), é resultado da mutação de um gene recessivo, tem seu cultivo limitado, se comparado à framboesas vermelhas (PIO et al., 2012).

Tratando-se do desenvolvimento de novas cultivares, os programas de melhoramento em todo o mundo enfrentam desafios conforme as diferentes exigências de mercado, regiões produtoras e investimentos financeiros (AKŠIĆ et al., 2012). No Brasil, a Embrapa Clima Temperado tem desenvolvido trabalhos voltados ao melhoramento genético com a cultura da framboeseira. Porém, ainda não desenvolveu-se uma cultivar de origem brasileira. Contudo, diversos genótipos oriundos de outros países foram e continuam sendo introduzidos no Brasil, e ainda não existe muito conhecimento sobre o seu desempenho.

2.4.1 ‘Alemãzinha’

Dentre os materiais que foram trazidos para o Brasil, nem todos oferecem informações consistentes, não apresentando, muitas vezes, identificação genotípica, recebendo uma denominação no local de cultivo, como forma de identificação. A

cultivar Alemãzinha não possui registros na literatura, no entanto é cultivada por produtores em Vacaria-RS, e popularmente chamada por eles desta forma. Trata-se de uma cultivar de framboeseira remontante, que produz frutas de coloração vermelha. No que se refere à produção, para as condições de Pelotas-RS, 'Alemãzinha' somou, no ciclo outonal do primeiro ano de cultivo, 35,6g de frutas por planta, constituídos em 9,5 frutas por planta com massa médio variável de 5,5g a 2,2g (MARCHI et al., 2013).

2.4.2 'Heritage'

Esta variedade é originária de Geneva, Nova Iorque, EUA, resultante do cruzamento entre as cultivares (Milton X Cuthbert) e Durham, realizado na Universidade de Cornell, em 1969. É a cultivar de framboeseira mais cultivada no mundo e uma das mais conhecidas no Brasil. Por isso, serve de parental para diversos programas de melhoramento genético. Produz frutas de coloração vermelha e de tamanho médio. Trata-se de uma cultivar do tipo remontante, com hastes eretas e firmes. É facilmente adaptada a diversas condições climáticas, além de apresentar boa resistência a doenças, principais características responsáveis por sua ampla distribuição mundial (KRETZSCHMAR et al., 2013; MARTÍN, 2013).

2.4.3 'Polana'

Originária da Polônia é resultado do cruzamento entre Heritage X Zeva Herbsternte, realizado em 1991. Trata-se de uma cultivar mais precoce, pois floresce 14 dias antes da 'Heritage'. As frutas são de coloração vermelha, saborosas e de tamanho médio. Possui hastes mais curtas e bastante produtivas, apresentando aumento na altura das mesmas, com incremento de nitrogênio. As plantas são suscetíveis à murcha de *Verticillium* e podridão radicular por *Phytophthora* (BUSHWAY et al., 2008).

2.4.4 'Fallgold'

A 'Fallgold' foi obtida em 1967. É resultado de F2 obtida da polinização cruzada de NH 56-1 x (Taylor x *Rubus pungens oldhami*). Originária de Nova Hampshire apresenta maturação precoce dos frutos (10-14 dias antes de 'Heritage'),

os quais são médios e de coloração amarela e muito saborosos, com baixa qualidade para congelamento ou processamento. É uma framboeseira de do tipo remontante. Suas hastes são muito vigorosas e as plantas são suscetíveis a 'fireblight' (BUSHWAY et al., 2008).

2.4.5 'Willamette'

'Willamette' é uma cultivar de framboesa não remontante, que produz frutas de coloração vermelha. Originária de Oregon na década de 1940 é extensivamente cultivada no noroeste do Oceano Pacífico. A planta é vigorosa e muito produtiva. As frutas são de tamanho mediano e tem bom sabor. Com boas produtividades, é adaptada a colheita mecânica e é uma das principais variedades comerciais exploradas em Oregon, Washington e Califórnia (FINN, et al., 2014).

2.4.6 'Golden Bliss'

Esta cultivar é proveniente de uma mutação natural. A fruta é de coloração amarela, com tamanho mediano e alto teor de sólidos solúveis (BOTANICAL ONLINE, 2015). Apesar de haver pouca informação na literatura sobre esta cultivar, sabe-se que ela é cultivada na Sérvia e também no Brasil, na Serra da Mantiqueira-MG, onde é relatada a boa aceitação das frutas pelos consumidores e com bons preços pagos aos produtores (MARO et al., 2011; MILIVOJEVIĆ et al., 2011).

2.4.7 'Schönemann'

Poucos estudos referem-se a esta cultivar ou aos parentais que lhe deram origem. Segundo Weber et al. (2008), é originária da Alemanha. Trata-se de uma cultivar ainda pouco explorada no Brasil, porém, há relatos de seu cultivo em Nova York, Washington (WEBER, et al., 2008), Alemanha (KRÜGER et al., 2011) e Itália (BURR, et al. 1993).

2.4.8 'Bababerry'

'Bababerry' é uma cultivar de framboesa que produz bagas grandes (tamanho semelhante ao da amora-preta), firmes, doces, com excelente sabor e de coloração vermelha. É uma cultivar que foi desenvolvida no Sul da Califórnia, possuindo

bastante elasticidade quanto às condições climáticas, portanto é recomendada, especialmente, para lugares quentes ou com invernos amenos, mas também cresce em lugares extremamente frios. A maior produção ocorre no início do verão, e uma menor no outono (FANICK'S GARDEN CENTER, 2015).

2.4.9 'Indian summer'

Trata-se de uma cultivar de framboesa remontante, que foi originada em Nova Iorque. Produz bagas vermelhas, bastante aromáticas e saborosas, e facilmente desintegradas. As plantas são bastante vigorosas com produtividade mediana (THE CALIFORNIA GARDEN WEB, 2015; WYMAN, 1997).

2.5 Aspectos fenológicos

Pelo fato de ser uma frutífera exigente em frio e que responde de forma significativa aos fatores climáticos, os aspectos fenológicos da framboeseira podem variar entre os locais e os anos de cultivo. A região de Pelotas-RS não possui histórico de cultivo de framboeseira, porém apresenta condições climáticas teoricamente aptas, já que é classificada como uma região de clima temperado (MOTA et al., 1986). Outras pequenas frutas como o morangueiro, o mirtilheiro e amoreira-preta, esta última também pertencente ao gênero *Rubus*, são exploradas na região há certo tempo (ANTUNES, et al., 2008; ANTUNES et al., 2010; COCCO et. al, 2012). Contudo, a informação sobre o comportamento de uma cultivar de framboeseira só poderá ser fornecida após um estudo de vários anos sob as condições locais.

Estudos sobre fenologia são relativamente longos, porém fundamentais para uma correta indicação sobre o comportamento da cultivar a ser recomendada, evidenciando um alto valor científico e até econômico deste campo da pesquisa que ainda é pouco explorado (ANTUNES, 1999). De acordo com Lieth (1974), a fenologia se refere ao estudo da duração dos eventos biológicos recorrentes, as causas das suas durações em relação aos fatores bióticos e abióticos, e a inter-relação entre as fases em uma mesma espécie ou espécies diferentes. Trata-se de um fundamento básico, essencial na busca de tecnologias para os sistemas de produção, e auxilia na diminuição de riscos de insucesso quando se trata de culturas com o comportamento pouco conhecido (MARO, 2011).

Nas condições do sul de Minas Gerais, a cultivar Heritage inicia a floração na segunda quinzena de agosto, estendendo-se até a primeira quinzena de maio, sendo que o período de colheita vai de final de setembro a meados de junho, enquanto que nas condições do oeste Paranaense, a mesma cultivar floresce de meados de julho a final de março, e frutifica de meados de agosto a meados de abril (MOURA et al., 2012).

Portanto, estudos fenológicos sobre a framboeseira permitirão estabelecer os estádios de desenvolvimento da cultura, bem como a duração destes nas condições de cultivo do extremo sul do Rio Grande do Sul. Tais informações poderão auxiliar no planejamento de práticas de manejo e tratamentos culturais, como podas, colheitas e aplicações de químicos, além de possibilitar a previsão de safras e a comercialização das frutas.

2.6 Influência dos fatores ambientais e de manejo na produção e qualidade das frutas

2.6.1 Os fatores ambientais sobre as frutas

A produtividade e a qualidade de pequenas frutas são muito influenciadas pelo elemento do clima e pelas práticas de manejo (CURI, 2014; VIGNOLO et al., 2012). Os fatores ambientais englobam temperatura, luz, umidade relativa do ar, vento, altitude, pluviosidade e textura do solo, exercendo um papel muito importante sobre os atributos de qualidade das frutas, tais como sabor, aroma, textura, espessura da casca ou potencial de armazenamento (CHITARRA e CHITARRA, 2005).

A luminosidade pode apresentar influência sobre o tamanho, o brilho e o desenvolvimento de coloração em frutas, pois afeta a síntese de pigmentos e a sua composição química geral (CHITARRA e CHITARRA, 2005). De acordo com Pagot (2006), a alta luminosidade em dias longos e ensolarados é benéfica para a qualidade das frutas de framboesa.

A maior incidência de radiação solar propicia excelente qualidade organoléptica às frutas, bem como a interação do comprimento do dia com a temperatura tem efeito sobre a qualidade das mesmas (MARO, 2011).

2.6.2 Os fatores ambientais e de manejo sobre aspectos agronômicos

Com vistas a obter boas produtividades e frutas com qualidade, a implantação do pomar deve ser em áreas ensolaradas, geralmente na face norte, em um local de fácil acesso para a irrigação, porém o solo não deve ser encharcado (GONÇALVES et al., 2011) e não deve ter histórico de nematoides e outras pragas e doenças de solo. Deve-se escolher cultivares adaptadas e utilizar mudas saudáveis e de qualidade (FRANCE, 2013; TEZOTTO-ULIANA e KLUGE, 2013). É importante, ainda, que haja proteção contra ventos fortes, pois estes podem causar injúrias ou até mesmo provocar a quebra das hastes (KRETZSCHMAR et al., 2013).

O plantio pode ser efetuado em qualquer época do ano, evitando-se períodos de seca, sendo que o retorno da cultura é extremamente rápido, e a produção pode iniciar em até 2 a 3 meses após o plantio das mudas. É importante realizar o tutoramento das hastes, a fim de evitar que as mesmas verguem e as frutas toquem o solo, tornando-se inaptas para a comercialização. O sistema de tutoramento utilizado, bem como a altura dos fios, deve levar em consideração o vigor da cultivar, sua capacidade de sustentação, o hábito de crescimento e a forma de colheita (KRETZSCHMAR et al., 2013).

O tipo de poda empregado é determinante sobre o rendimento de frutas de framboeseira e varia conforme a variedade utilizada (remontante ou não remontante) e o local de cultivo (condições climáticas). A poda de inverno é efetuada após a queda total das folhas, e é representada pelo raleio de haste e pelo desponte (poda moderada) ou a poda das hastes ao nível do solo (poda drástica). No raleio são retiradas hastes que estão em demasia, doentes e frágeis, permanecendo em torno de 10 a 12 hastes por metro linear. A poda de desponte é realizada somente em variedades remontantes, pois a haste é reduzida até o ponto em que produziu durante o outono, permanecendo as gemas subapicais, que produzirão na primavera. Já a poda ao nível do solo consiste na eliminação completa das hastes que produziram no outono, facilitando a emissão de novas hastes. A ideia desta última prática de poda é concentrar toda a produção na colheita de outono, obtendo frutas de melhor qualidade, ainda que o rendimento total diminua pela eliminação da colheita de primavera (GONZÁLEZ, 2013; KRETZSCHMAR et al., 2013; PIO et al., 2012).

A decisão pelo tipo de poda deve levar em conta, também, as condições climáticas locais. No Rio Grande do Sul, onde a maioria das regiões são frias, aplica-se a poda de redução das hastes, obtendo-se a colheita de frutas na primavera. Já no Sul de Minas Gerais, onde ocorre inverno ameno, Moura et al. (2012) observaram que as gemas subapicais mostram baixa capacidade de brotação e florescimento, o que sugere a aplicação de poda drástica nestes locais.

A produtividade da framboeseira pode ser afetada em virtude da mesma ser sensível ao excesso de chuvas e ao predomínio de alta umidade relativa do ar (HOFFMANN e PAGOT, 2003). Estes são fatores facilmente alterados pelas práticas de manejo. Na tentativa de evitar tais problemas, Curi (2014) testou o cultivo de framboesa em Minas Gerais, utilizando diferentes espaçamentos e cobertura plástica sob o dossel, e obteve resultados benéficos no que se refere à qualidade das frutas e redução de incidência de ferrugem, quando as plantas estiveram cobertas e adensadas em 0,25 metros entre plantas e 3,0m entre linhas, porém, não observou influencia da cobertura sobre a produtividade. O plantio nesta densidade favoreceu a produtividade, o tamanho das frutas e a emissão de hastes.

O uso de cobertura plástica tem sido usado em diversos países da Europa e também dos Estados Unidos, México e Canadá, com o intuito de controlar variações climáticas, principalmente chuvas, geadas outonais e quedas de temperatura; modificar o ambiente; estender a colheita; e lograr mais de uma colheita no ano agrícola (DEMCHAK, 2009; GALINDO-REYES et al., 2011; OLIVEIRA e FONSECA, 2007), entretanto, poucos estudos vêm elucidando seus efeitos e suas interações com as culturas. No Brasil, o uso de cobertura plástica em framboeseiras vem sendo utilizado por produtores em Caxias do Sul-RS (ILHA, 2012) e também em estudos no sul de Minas Gerais (CURI, 2014).

Há uma série de vantagens decorrentes da utilização desta tecnologia, além da possibilidade de manejo das variáveis ambientais, principalmente no que diz respeito ao controle de doenças, tendo em vista a modificação do microclima, com reflexo tanto na produção, quanto na qualidade dos frutos. Isto ocorre, pois o ambiente protegido proporciona melhores condições ao desenvolvimento e à sanidade das plantas, uma vez que as condições climáticas permitem maior expressão das atividades fisiológicas, por meio de uma maior fotossíntese e acúmulo de carboidratos (CHAVARRIA et al., 2007; RESENDE et al., 2010).

Oliveira e Fonseca (2007) relataram sobre a importância do cultivo protegido, apontando para a baixa adaptação da cultura ao ar livre na maioria das regiões de Portugal, considerando, assim, relevante a colocação de túneis de plástico de polietileno, no início da primavera, para antecipar a produção em uma ou duas semanas, bem como prolongar a época de produção ao longo do outono/inverno, além de proteger as plantas contra chuvas, geadas e/ou quedas de temperatura. Da mesma forma, na Califórnia, a utilização de túneis altos sobre plantas de framboesa permitiram aumento da produção e prolongamento do ciclo (DEMCHAK, 2009). Yao e Rosen (2011), explicam que, em regiões frias dos Estados Unidos, túneis altos afetam o crescimento das plantas, resultando em incrementos na altura das mesmas, no número de ramificações, aumentam a proteção contra geadas, resultando em prolongamento do ciclo produtivo e também aumento do rendimento de frutas.

Neste sentido, verifica-se que a sociedade científica está aprofundando estudos na busca de melhorias na produção de framboeseira, e que os efeitos relacionados à utilização de cultivo protegido existem e são válidos. No entanto, sabe-se que o comportamento da cultura é diferenciado em função de diversos fatores, principalmente o local de cultivo e a cultivar utilizada, evidenciando a necessidade em difundir este tipo de estudos em diversas regiões com potencial para produção de framboesas.

2.7 Atributos de qualidade nas frutas

O conceito de qualidade de fruta é muito amplo, frente aos diferentes pontos de vista que podem ser considerados. Sob a ótica do produtor, frutas de boa qualidade são aquelas com tamanho relativamente grande, que proporcionam alta produtividade, resistentes a doenças e com boa aparência externa (tamanho, formato e coloração uniforme). Já o comerciante deseja uma fruta que possua, além de boa aparência, maior firmeza para permanecer por mais tempo em prateleira.

Os padrões de qualidade para o consumidor são limites de aceitabilidade difíceis de quantificar, que variam ao longo do tempo e podem ser influenciados por fatores culturais e sociais (SOUZA et al., 2007). A framboesa, de forma especial, atrai o consumidor pela sua suculência, seu sabor doce e levemente ácido, sua cor atrativa e seu aroma peculiar (PEREIRA et al., 2008), além de suas propriedades

nutracêuticas, fator que têm impulsionado o consumo, por tratar-se de um alimento bastante completo (BOWEN-FORBES et al., 2010; SOUTINHO et al., 2013). No entanto, segundo Souza et al. (2007), no que se refere à preferência no momento da compra, assumem maior importância atributos como a aparência, cor, tamanho, forma, ausência de defeitos, firmeza ao toque e aroma agradável.

Para Robledo et al. (2013), a qualidade das framboesas está agrupada em três diferentes fatores, que são a qualidade visível, organoléptica e nutritiva. A primeira se refere à aparência da fruta, a qual deve apresentar coloração vermelha, uniforme clara a escura, sem colorações brancas ou verdes; com aspecto brilhante; um tamanho maior que 8mm e formato cônico, contendo todas as drupéolas, com firmeza adequada e sem problemas de desidratação. Já a qualidade organoléptica é determinada por um conteúdo adequado de açúcares, ácidos e compostos voláteis responsáveis pelo aroma característico da fruta, sem odores estranhos. E a qualidade nutritiva está associada, principalmente, a sua capacidade antioxidante, própria do gênero *Rubus*.

É perceptível que, recentemente, os consumidores estão aumentando a demanda por métodos de produção e armazenamento de frutas que permitam a obtenção de um produto de alta qualidade, tendo em vista o melhor entendimento da população sobre as implicações da ingestão de alimentos para a saúde humana. Estas demandas têm impulsionado maior esclarecimento sobre as composições bioquímicas, químicas e nutricionais das frutas (ANCOS et al., 1999), o que leva à constatação de que atributos de qualidade das frutas demandam estudos cada vez mais aprofundados, visando alcançar as diversas exigências, tanto de produtores e comerciantes, quanto dos consumidores.

2.8 Composição nutricional e valor energético

A framboesa apresenta alto teor de água, e teor relativamente baixo de lipídeos. Segundo a USDA - United States Department of Agriculture (2014), em uma amostra de 100g da parte edível da framboesa, 85,75% da composição é água, os lipídeos somam 0,65g, os carboidratos representam 11,9g, os açúcares totais 4,4g, 1,2g são de proteínas, e as fibras dietéticas somam 6,5g.

Além disso, a framboesa é composta por diversas vitaminas e sais minerais. Ainda segundo informações obtidas através da USDA (2014), as principais vitaminas

são a C (26,2mg), E (0,9mg) e a niacina (0,6mg) expressos por 100g de fruta. Outras vitaminas como a A, K, B6, a tiamina e riboflavina também se encontram na composição da framboesa em menores proporções. O ácido fólico também está presente na fruta. No que se refere aos sais minerais, destaca-se a presença em maiores proporções de potássio (151mg), fósforo (29mg), cálcio (25mg), magnésio (22mg) e sódio (1mg), sendo que ferro e zinco se encontram em menores proporções (0,69mg e 0,42mg, respectivamente), expressos por 100g de fruta.

2.9 Características físico-químicas das frutas

O metabolismo de maturação das frutas envolve uma série de reações físicas, bioquímicas e químicas, as quais refletem em atributos de qualidade das frutas. Após a completa formação da fruta, se inicia a sua maturação, manifestada pelo progressivo aparecimento de características típicas de sabor, cor, textura, diminuição da acidez e desaparecimento da adstringência (SOUZA et al., 2007).

A fruta madura de framboesa é extremamente delicada, pois se trata de uma fruta oca, o que dificulta muito seu manuseio. Comporta-se como uma classe de frutas intermediárias entre as climatéricas e as não-climatéricas (HARSHMAN et al., 2014), com alta taxa respiratória e curta vida pós-colheita (2 a 5 dias), resultando em perda de firmeza e, posteriormente, escurecimento e podridão (KRÜGER et al., 2011).

No processo fisiológico de maturação, alterações hidrolíticas levam à formação de açúcares, em que os níveis relativos de sacarose, glucose e frutose definem o sabor doce da framboesa (SOUZA et al., 2007). Segundo Chitarra e Chitarra (2005), os três açúcares citados representam mais de 99% do total de açúcares presentes na fruta madura, e podem ser mensurados através da quantificação do conteúdo de sólidos solúveis por refratometria, sendo o valor expresso em °Brix. De acordo com Krüger et al. (2011), o teor de sólidos solúveis em framboesa é fortemente afetado pelo fator cultivar, levemente aumentado pelo estágio de maturação na colheita e tem seu teor aumentado quando submetido ao armazenamento.

A acidez titulável (AT) é atribuída aos ácidos orgânicos dissolvidos no vacúolo das células, os quais são translocados das folhas para os frutos. A acidez é comumente mensurada pelo método de titulometria. Este método fornece a acidez

titulável, que representa todos os grupamentos ácidos encontrados como ácidos orgânicos livres, na forma de sais e compostos fenólicos (KRAMER, 1973). Os ácidos orgânicos constituem componentes extremamente importantes no sabor e aroma das frutas, pois contribuem quantitativamente no teor de sólidos solúveis. Também regulam o pH celular e influenciam no surgimento de pigmentos no interior dos tecidos. Os ácidos predominantes em framboesa vermelha são o cítrico e o málico (HARSHMAN, et al., 2014; SOUZA et al., 2007). Framboesas vermelhas têm mais altos níveis de acidez titulável, seguidas pelas amarelas, púrpura e negra (HARCHMAN et al., 2014). A concentração de ácidos diminui com a maturação, pois os ácidos são utilizados como fonte de energia na respiração ou como fonte de carbono na síntese de açúcares (CHITARRA e CHITARRA, 2005; SOUZA et al., 2007).

O ratio, que representa o balanço açúcar/acidez, é obtido através da relação SST/ATT, e representa um valor crítico que afeta diretamente o sabor perceptível da fruta (HARSHMAN et al., 2014). Em uma comparação entre as cores das frutas de framboesa, as vermelhas são as que apresentam menor ratio, enquanto as amarelas possuem nível intermediário, ao passo que as framboesas negras têm alto valor de ratio, implicando na redução do sabor ácido. Este atributo pode direcionar as determinadas cultivares para o destino de consumo *in natura* ou para o processamento (HARSHMAN, et al., 2014; MOURA et al., 2012).

Diversos estudos indicam que alterações nas características físico-químicas da framboesa são afetadas pelo local de cultivo, que, possivelmente é reflexo das variações edafoclimáticas, pelo estágio de maturação no momento da colheita, e também apresentam variações entre cultivares (HARSHMAN et al., 2014; KRÜGE et al., 2011; MOURA et al., 2012).

2.10 Propriedades funcionais da framboesa

Os benefícios trazidos pelo consumo de alimentos naturais com atividade antioxidante só começaram a ser avaliados por volta dos anos 90, e o interesse neste assunto é cada vez maior, principalmente devido aos estudos epidemiológicos que sugerem a existência de uma ligação entre o consumo de alimentos e bebidas ricas em polifenóis e a redução da incidência e/ou iniciação de doenças crônicas e

degenerativas, tais como as doenças cardiovasculares, ateroscleroses e alguns cânceres (SANTOS et al., 2011).

Os vegetais produzem uma grande variedade de compostos orgânicos que parecem não ter função direta no seu crescimento e desenvolvimento, porém protegem as plantas contra herbívoros e contra infecção por microrganismos patogênicos, além de agir como atrativos para animais polinizadores e dispersores de sementes. São os denominados metabólitos secundários, produtos secundários ou produtos naturais, e os principais são classificados em três grupos quimicamente distintos, os terpenos, os compostos fenólicos e os compostos nitrogenados (TAIZ e ZEIGER, 2013).

Os compostos fenólicos são, quimicamente, os produtos secundários que contêm um grupo fenol (um grupo hidroxila funcional em um anel aromático). Os flavonoides constituem a maior classe de fenólicos vegetais, com destaque especial para as antocianinas, que são flavonoides coloridos, responsáveis pela maioria das cores vermelha, rosa, roxa e azul observadas nos vegetais (TAIZ e ZEIGER, 2013).

De acordo com Freire et al. (2013), algumas classes destes compostos fenólicos possuem atividades biológicas promotoras da saúde, tais como atividade antioxidante, anti-inflamatória e hipocolesterolêmica. Portanto, os alimentos que apresentam estes compostos são conhecidos, atualmente, como funcionais (VIZZOTTO, 2012).

Diversos são os conceitos dados para determinar os alimentos funcionais, segundo Kaur e Das (2011), a opinião geral é que um alimento funcional é qualquer alimento saudável consumido como parte de uma dieta normal, com benefícios fisiológicos afirmados, como a promoção da saúde e/ou presença de propriedades que previnem doenças, além da função básica de fornecimento de nutrientes.

As pequenas frutas estão entre os principais alimentos com propriedades funcionais que já foram experimentalmente relacionados com efeitos benéficos em doenças cardiovasculares, aterosclerose, certos tipos de câncer, obesidade, envelhecimento e doenças neurodegenerativas (SANTOS et al., 2011). Os principais compostos bioativos encontrados nas pequenas frutas são as antocianinas, ácido elágico, e vários compostos fenólicos e carotenóides. Neste contexto, Bowen-Forbes et al. (2010), descrevem que as espécies do gênero *Rubus*, o qual inclui a amora-preta e a framboesa, são ricas em antocianinas, fitoquímicos quimioprotetores, tais

como os flavonoides, ácidos fenólicos, ácido elágico, vitaminas C e E, ácido Fólico e β -sitoesterol.

No que diz respeito a framboesa, Bowen-Forbes et al. (2010) constataram, através da análise de extrato de fruta da cultivar Heritage, potencial de inibição de câncer de mama e gástrico em 17 e 22%, respectivamente. Já a cultivar Golden Bliss, em extrato EtOAc (Acetato de etila), apresentou 14% de capacidade de inibir células cancerígenas do sistema nervoso central. Estas propriedades anticancerígenas de extrato de framboesas deve-se, em grande parte, às favoráveis qualidades dos óleos contidos nas suas sementes, os quais possuem boa estabilidade á oxidação lipídica (OH et al., 2007).

A cor da framboesa em pleno período de maturação resulta da síntese de antocianinas. As antocianinas são pigmentos solúveis em água e são o grupo mais importante de fenólicos em pequenas frutas. Estudos revelam efeitos terapêuticos positivos das antocianinas, tais como antioxidante, anti-inflamatórios, protetor de DNA e protetor de doenças cardiovasculares (VIZOTTO, 2012).

Com relação ao conteúdo de antocianinas, as framboesas negras são superiores, seguidas das vermelhas. Já as framboesas amarelas não apresentam antocianinas em sua composição. Na cultivar de framboesa vermelha Heritage, por exemplo, as antocianinas mais representativas são a pelargonidina-3-glucoside e a cyanidina-3-glucosylrutinoside (BOWEN-FORBE et al., 2010).

Os compostos fenólicos, como as antocianinas, contribuem para a proteção contra doenças degenerativas, e o seu efeito na saúde tem sido atribuído, principalmente, às suas propriedades antioxidantes. A atividade antioxidante dos alimentos é responsável pelo combate aos radicais livres, que são produzidos em abundância por processos fisiológicos, e também resultantes de fatores externos. O estresse oxidativo significa um desequilíbrio entre a produção de radicais livres e a defesa antioxidante, e pode causar danos oxidativos nas células (PAREDES-LÓPEZ et al., 2010).

De acordo com Bowen-Forbes et al. (2010), as antocianinas são apenas um dos diversos compostos dentro do sistema da planta que contribuem para a capacidade antioxidante. As principais fontes exógenas de antioxidantes incluem ácidos fenólicos, flavonoides, estilbenos e taninos (HAN et al., 2007; PAREDES-LOPES et al., 2010; SEERAM, 2008).

As frutas de framboesa apresentam alto potencial antioxidante, baseado no potencial de inibição da atividade de peroxidação de lipídeos, o que torna a incorporação desta fruta em dietas altamente recomendada (BOWEN-FORBES et al., 2010). Entretanto, a pesquisa a cerca dos constituintes fenólicos da framboesa são escassas se comparada a outras pequenas frutas, como a amora, morango e mirtilo.

Além disso, diversos estudos têm mostrado que fatores bióticos e abióticos desempenham um importante papel na concentração de compostos fenólicos e atividade antioxidante em pequenas frutas (KRAFT et al., 2008; SELLAPAN et al., 2002;). Isto se deve ao fato de que a produção de metabólitos secundários pelas plantas está relacionada com o sistema de defesa das mesmas, e a interação do ambiente com os mecanismos fisiológicos das plantas resulta na síntese destes metabólitos (MANACH et al., 2004). Frente à isso, é evidente a necessidade de realizar estudos que, além de fornecer informações sobre o comportamento agrônomo de cultivares de framboesa, explorem o conteúdo de compostos fenólicos nas frutas, frente às condições de clima e de manejo a que as plantas são submetidas.

2.11 Referências bibliográficas

AKŠIĆ, M. F.; NIKOLIĆ, M.; RADOVIĆ, A.; MILIVOJEVIĆ, J.; NIKOLIĆ, D. Yield components and fruit quality of promising yellow fruit raspberry seedlings. In... XXVIIIth IHC International Berry Symposium, 28. Acta horticulturae, n.926, p.143-148, 2012.

ALARCÓN, J. S. M. Propagación de arándano y frambueso rojo. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 2., 2004, Vacaria. **Anais...** Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2004, p.31-38. (EMBRAPA Uva e Vinho. Documentos, 44).

ALCAYAGA, C. G. M. Principales variedades de frambueso em Chile. In: ALCAYAGA, C. G. M. **Aspectos relevantes em la producción de frambuesa (*Rubus idaeus* L.)**. Raihuen: INIA, 2009, p. 27-34 (Boletín INIA, 192).

ANCOS, B.; CANO, M. P.; GONZÁLES, E. M. Differentiation of raspberry varieties according to anthocyanin composition. **Zeitschrift für Lebensmitteluntersuchung und-Forschung A**, Berlin, v.208, p.33-38, 1999.

ANTUNES, L. E. C. **Aspectos fenológicos, propagação e conservação pós-colheita de frutas de amoreira-preta (*Rubus spp*) no Sul de Minas Gerais**. 1999. 129 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, 1999.

ANTUNES, L. E. C.; GONÇALVES, E. D.; RISTOW, N. C.; CARPENEDO, S.; TREVISAN, R. Fenologia, produção e qualidade de frutos de mirtilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.8, p.1011-1015, 2008.

ANTUNES, L. E. C.; GONÇALVES, E. D.; TREVISAN, R. Fenologia e produção de cultivares de amoreira-preta em sistema agroecológico. **Revista Ciência Rural**, v. 40, n. 9, p.1929-1933, 2010.

BARBIERI, R. L.; VIZZOTTO, M. Pequenas frutas ou frutas vermelhas. **Informe Agropecuário**, v.33, n.268, p.7-10, 2012.

BOTANICA ON LINE. **The cultivation of raspberries (*Rubus idaeus*)**. 2015. Disponível em: <<http://www.botanical-online.com/english/raspberriesflora>>. Acesso em: 05 jan. 2015.

BOWEN-FORBES, C. S.; ZHANG, Y.; NAIR, M. G. Anthocyanin content, antioxidant, anti-inflammatory and anticancer properties of blackberry and raspberry fruits. **Journal of Food Composition an Analysis**, v.23, s.n., p.554-560, 2010.

BURR, T. J.; REID, C. L.; KATZ, B. H; TAGLIATI, M. E.; BAZZI, C.; BRETH, D. I. Failure of *Agrobacterium radiobacter* strain K-84 to control crown gallonraspberry. **HortScience**, v.28, n.10, p.1017-1019, 1993.

BUSHWAY, L.; PRITTS, M.; HANDLEY, D. **Rspberry and blackberry production guide for the Northeast, Midwest, and Eastern Canada**. New York: NRAES (Series), v.35, New York, 2008, 157p.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. dos; SÔNEGO, O. R.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S. Incidência de doenças e necessidade de controle em cultivo protegido de videira. **Revista brasileira de fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 477-482, 2007

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

COCCO, C.; FERREIRA, L. V.; GONÇALVES, M. A.; PICOLOTTO, L.; ANTUNES, L. E. C. Strawberry yield submitted to different root pruning intensities of transplants. **Revista Brasileira de Fruticultura**, comunicação científica, v.34, n.4, p.1284-1288, 2012.

CURI, P. N. **Enraizamento de estacas, cobertura plástica e densidade de plantio na produção e qualidade das frutas da framboeseira 'Batum'**. 2014, 96 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, 2014.

DAUBENY, H. A. Brambles. In: JANICK, J. E.; MOORE, J. N. (Ed.). **Fruit breeding, tree and tropical fruit**. New York: J. Willey, 1996. v.1, p. 252-286.

DEMCHAK, K. Small fruit production in high tunnels. **HortTechnology**, v. 19, n.1, p. 44-49, 2009.

DIAS, J. P. T.; ONO, E. O.; FILHO, J. D. Enraizamento de estacas de brotações oriundas de estacas radiculares de amoreira-preta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. esp., p.649-653, 2011.

FANICK'S GARDEN CENTER. **Bababerry Red Raspberry: *Rubus idaeus* var. *strigosus***. 2015. Disponível em: <[http://www.fanicknursery.com/PlantDB/Trees/Fruit%20Trees/Raspberry/bababerry\(CMYK\).pdf](http://www.fanicknursery.com/PlantDB/Trees/Fruit%20Trees/Raspberry/bababerry(CMYK).pdf)>. Acesso em: 07 jan. 2015.

FINN, C. E.; STRIK, B. C.; MOORE, P. P. **Raspberry cultivars for the Pacific Northwest**. A pacific Northwest extension publication: Oregon State University, University of Idaho, Washington State University. Feb. 2014. Disponível em: <<http://extension.oregonstate.edu/lincoln/sites/default/files/pnw655.pdf>>. Acesso em: 05 jan. 2015.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Disponível em:
<<http://fostat.fao.org>>. Acesso em: 31 out. 2014.

FRANCE, A. Manejo de enfermedades en frambuesa. In: DÍAZ, P. U.; SCHULDES, S. V. **Manual de frambuesa**. Boletín INIA, n. 264. Chillán, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Centro Regional de Investigación Quilamapu, 2013, 108p.

FREIRE, J. M.; ABREU, C. M. P. D.; ROCHA, D. A.; CORRÊA, A. D.; MARQUES, N. R. Quantification of phenolic compounds and ascorbic acid in fruits and frozen pulp of acerola, cashew, strawberry and guava. **Ciência Rural**, v. 43, n. 12, p. 2291-2295, 2013.

GALINDO-REYES, M. A.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, V. A.; LÓPEZ-JIMÉNEZ, A.; SÁNCHEZ-GARCÍA, P.; SOTO-HERNÁNDEZ, R. M.; MURATALLA-LÚA, A. Concentración y acumulación de N, P y K em frambuesa roja (*Rubus idaeus* L.) manejada a dos cosechas anuales. **Terra Latinoamericana**, v.29, n.2, p.143-151, 2011

GONÇALVES, E. D.; PIO, R.; CAPRONI, C. M.; ZAMBON, C. R.; SILVA, L. f. de O. da. **Implantação, cultivo e pós-colhieta de framboesa no Sul de Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2011. 5. (Circular Técnica, 145).

GONZÁLEZ, M. I. Sistema de conducción y poda de frambuesa. In: DÍAZ, P. U.; SCHULDES, S. V. (Ed.). **Manual de Frambuesa**. Boletín INIA, n. 264. Chillán, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuarias INIA, Centro Regional de Investigación Quilamapu, p.7-10, 2013.

HAN, X.; SHEN, T.; LOU, H. Dietary polyphenols and their biological significance. **International Journal of Molecular Sciences**, v.8, s.n., p.950-988, 2007.

HARSHMAN, J. M. et al. Resistance to *Botrytis cinerea* and quality characteristics during storage of raspberry genotypes. **HortScience**, v.49, n.3, p.311-319, 2014.

HEIDE, O. M.; SØNSTEBY, A. Physiology of flowering and dormancy regulation in annual-and-biennial-fruiting red raspberry (*Rubus idaeus* L.). **Journal of Horticultural Science e Biotechnology**, v.86, n.5, p.433-442, 2011.

HOFFMANN, A.; PAGOT, E. Produção de pequenas frutas no Brasil. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 1., 2003, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2003. V.1, p.9-17.

ILHA, L. L. H. Produção de amora-preta e framboesa em regiões de clima temperado. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.33, n.268, p.46-55, 2012.

KAUR, S.; DAS, M. Functional foods: an overview. **Food Scientific Biotechnology**. V.20., n.4, p.861-875, 2011.

KEEP, E. Primocane (autumn)-fruiting raspberries: a review with particular reference to progress in breeding. **Journal of Horticultural Science**, v.63, n. 1, p.1-18, 1988.

KRAFT, T. F. B.; DEY, M.; ROGERS, R. B.; RIBNICKY, D. M.; GIPP, D. M.; CEFALU, W. T.; RASKIN, I.; LILA, M. A. Phytochemical composition and metabolic performance-enhancing activity of dietary berries traditionally used by native North Americans. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, sn., p.654-660, 2008.

KRAMER, A. Fruits and vegetables. In: TWIGG, B. A. **Quality control for food industry**. Connecticut: AVI Publishing Company, 1973. V.2, p.157-227.

KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L.; PELIZZA, T. R.; RIBEIRO, R. S. A cultura da framboeseira. In: KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L.; PELIZZA, T. R. (Org.) **Pequenas Frutas**. Florianópolis: UDESC, 2013. 194p. (Série Fruticultura, 2).

KRÜGER, E.; DIETRICH, H.; SCHÖPPLEIN, E.; RASIM, S.; KÜRBEL, P. Cultivar, storage conditions and ripening effects on physical and chemical qualities of red raspberry fruits. **Postharvest Biology and Technology**, v.60, sn., p.31-37, 2011.

LEITZKE, L. N.; DAMIANI, C. R.; SCHUCH, M. W. Influência do meio de cultura, tipo e concentração de citocininas na multiplicação in vitro de amoreira-preta e framboeseira. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.2, p.352-360, mar./abr. 2010.

LIETH, H. **Phenology and seasonality modeling**. New York: Springer. 1974. 444p.

MAEDA, J. A.; COELHO, S. M. B. M. Germinação e dormência de sementes de framboesa (*Rubus idaeus* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.17, n.1, p.101-106, 1995.

MANACH, C.; SCALBERT, A.; MORAND, C.; RÉMÉSY, C.; JIMÉNEZ, L. Polyphenols: food sources and bioavailability. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.79, p.727-47, 2004.

MARCHI, P. M. M.; PEREIRA, I. S. dos; PICOLOTTO, L.; GONÇALVES, M. A.; VIGNOLO, G.; HOHN, D.; ANTUNES, L. E. C. Caracterização vegetativa e produtiva de cultivares de framboeseira na região de Pelotas-RS. **Revista Congrega Urcamp**, Bagé, v.1, sn., p.50-58, 2013.

MARO, L. A. C. **Fenologia das plantas, qualidade pós-colheita e conservação de framboesas**. 2011. 137p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.

MARO, L. A. C.; PIO, R.; SILVA, T. C.; PATTO, L. S. Ciclo de produção de cultivares de framboesiras (*Rubus idaeus*) submetidas à poda drástica nas condições do Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.2, p.435-441, 2012.

MARTÍN, J. S. Situación varietal de la frambuesa. In: In: DÍAZ, P. U.; SCHULDES, S. V. (Ed.). **Manual de Frambuesa**. Boletín INIA, n. 264. Chillán, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuárias INIA, Centro Regional de Investigación Quilamapu, p. 11-14, 2013,

MILIVOJEVIĆ, J.; NIKOLIĆ, M.; RADIVOJEVIĆ, D.; POLEDICA, M. Does harvest time influence fruit quality trait in primocane fruiting raspberry cultivars?. In...46th Croatian and 6th International Symposium on Agriculture. Opatija. Croatia, p. 1036-1039, 2011.

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

MOURA, P. H. A.; CAMPAGNOLO, M. A.; PIO, R.; CURI, P. N.; ASSIS, C. N. de; SILVA, T. C. Fenologia e produção de cultivares de framboeseiras em regiões subtropicais no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.12, p.1714-1721, 2012.

OH, H. H. et al. Oils in the seeds of Caneberries produced in Korea. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.84, p.549-555, 2007.

OLIVEIRA, P. B. de.; FONSECA, L. L. da. Framboesa: tecnologias de produção. **Folhas de divulgação Agro**, v. 556, n.3., 2007.

OLIVERIA, P. B. et al. A planta de framboesa: morfologia e fisiologia. **Folhas de Divulgação Agro**, São Paulo, v. 556, n.1, 0.1-36, nov. 2007.

PAGOT, E. Diagnóstico da produção e comercialização de pequenas frutas. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 2., 2004, Vacaria. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004, p.9-18. (Documentos, 44).

PAGOT, E. **Cultivo de Pequenas frutas**: amora-preta, framboesa, mirtilo. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2006. 41 p.

PAGOT, E. Situação e perspectivas da produção de pequenas frutas: cenário da produção de pequenas frutas. In: ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 4., 2010, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010, 2016p.

PAREDES-LÓPEZ, O.; CERVANTES-CEJA, M. L. C.; VIGNA-PÉREZ, M.; HERNÁNDEZ-PÉRES, T. H. Berries: Improving human health and healthy aging, and promoting quality life – a review. **Plant Foods for Human Nutrition**, v.65, sn., p.299-308, 2010

PARRA-QUEZADA, R. Á.; GUERRERO-PRIETO, V. M.; ARREOLA-AVILA, J. G. Efecto de fecha y tipo de poda em frambuesa roja 'Malling autumn bliss'. **Revista Chapingo**. Serie Horticultura. Mexico: Universidad Autónoma Chapingo, v.13, n.2, p.201-206, 2007.

PEREIRA, E. R. B.; VENDRUSCOLO, C. T.; GULARTE, M. A.; TORALLES, R. P. Otimização de processamento de cobertura de framboesa (*Rubus idaeus*) pela adição de amido de milho modificado e ácidos cítrico e tartárico. **Revista brasileira de tecnologia agroindustrial**, v.2, n.2, 2008.

PIO, R. et al. Produção de amora-preta e framboesa em regiões de clima quente. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.33, n.268, p.46-55, maio./jun. 2012.

PLAZA, L. R. Producción de berries em Chile. In: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 1., 2003, Vacaria. **Anais...** Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho, 2003, p.16-23. (Documentos, 37).

PRITTS, M. Primocan-fruited raspberry production. **HortScience**, v.43, n.6, p.1640-1641, 2008.

RASEIRA, M. C. do. B.; GONÇALVES, E. D. G.; TREVISAN, R.; ANTUNES, L. E. C. **Aspectos técnicos da cultura da framboeseira**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 22p. (Documentos, 120).

RESENDE, J. T. V. de; MORALES, R. G. F.; FARIA, M. V.; RISSINI, A. L. L., CAMARGO, L. K. P.; CAMARGO, C. K. Produtividade e teor de sólidos solúveis de frutos de cultivares de morangueiro em ambiente protegido. **Horticultura brasileira**, v. 28, n.2, p. 185-189, 2010.

ROBLEDO, P.; DEFILIPPI, B.; BECERRA, C. Cosecha y poscosecha de frambuesa. In: DÍAZ, P. U.; SCHULDES, S. V. (Ed.). **Manual de Frambuesa**. Boletín INIA, n. 264. Chillán, Chile: Instituto de Investigaciones Agropecuárias INIA, Centro Regional de Investigación Quilamapu, 2013, 108p.

SANTOS, C. N., et al. Poder antioxidante dos pequenos frutos e seus efeitos benéficos para a saúde humana. In: III Colóquio Nacional da Produção de Pequenas Frutas, 3, 2008, Sever do Vouga. **Actas Portuguesas de Horticultura**, n.18, p.97-104, 2011,

SEERAM, N. P. Berry fruits:compositional elements, biochemical activities, and the impact of their intake on human health, performance, and disease. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, sn., p.627-629, 2008.

SELLAPPAN, S.; AKOH, C. C.; KREWER, G. Phenolic compounds and antioxidant capacity og Georgia-Grown blueberries an blackberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, sn., p.2432-2438, 2002.

SOUTINHO, S. M. A. et al. Evolução dos compostos fenólicos e da capacidade antioxidante durante a maturação de frutos vermelhos (framboesa, groselha e mirtilo) de produção biológica. In: CONGRESOIBÉRICO DE AGROINGENIERÍA Y CIENCIAS HORTÍCOLAS, v.7., 2013, Madrid, Espanha. **Anais...** Madrid, Espanha, 2013, p. 1-6.

SOUSA, M. B. et al. Framboesa - qualidade pós-colheita. **Folhas de divulgação agro**, v.556 n.6, 2007.

SØNSTEBY, A.; HEIDE, O. M. Effects of photoperiod and temperature on growth, flowering and fruit yield annual-fruitng red raspberry vultivars (*Rubus idaeus* L.). **Europ. J. Hort. Sci.**, v.37, n.3, p.97-108, 2012.

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

TEZOTTO-ULIANA, J. V.; KLUGE, R. A. **Framboesa**: cultura alternativa para pequenas propriedades rurais em regiões subtropicais. Piracicaba: ESALQ, 2013, 33p. (Série Produtor Rural, 55).

THE CALIFORNIA GARDEN WEB. **Growing berries in your backyard**. 2015. Disponível em: <<http://cagardenweb.ucanr.edu/Berries/?uid=7&ds=466>>. Acesso em: 07 jan. 2015.

UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE, AGRICULTURAL RESEARCH SERVICE. Disponível em:

<<http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2419?fg=Fruits+and+Fruit+Juices&man=&lfacet=&format=Abridged&count=&max=25&offset=250&sort=&qlookup=>>. Acesso em: 01, nov. 2014.

VIGNOLO, G. K.; ARAUJO, V. F.; ANTUNES, L. E. C. A.; PICOLOTTO, L.;

VIZZOTTO, M.; FERNANDES, A. Produção de frutos e compostos funcionais de quatro cultivares de morangueiro. **Revista Horticultura Brasileira**, v.30, n.2, 2012.

VIGNOLO, G. K.; PICOLOTTO, L.; GONÇALVES, M. A.; PEREIRA, I. dos S.; ANTUNES, L. E. C. Presença de folhas no enraizamento de amoreira-preta. **Revista Ciência Rural**, v. 44, n.3, p. 467-472, 2014.

VIZZOTTO, M. Propriedades funcionais das pequenas frutas. **Informe Agropecuário**, v. 33, n. 268, p. 84-88, 2012.

WEBER, C. A.; PERKINS-VEAZIE, P.; MOORE, P. P.; HOWARD, L. Variability of antioxidant content in raspberry germoplasm. *Acta Horticulturae*, v.777, p.493-497. **In...** IXth International Rubus and Ribes Symposium, 2008.

WYMAN, D. **Wyman's gardening encyclopedia**. New York: SCRIBNER. 1997, 1225p.

YAO, S.; ROSEN, C. J. Primocane-fruited raspberry production in high tunnels in a cold region of the upper Midwestern United States. **HortTechnology**, v. 21, n.4, p.429-434, 2011.

3. Capítulo I

Propagação de cultivares de framboeseira a partir de brotações caulinares

3.1 Introdução

No contexto da produção de frutas de clima temperado, as pequenas frutas ainda são pouco expressivas, porém, estão em constante avanço (FACHINELLO et al., 2011). O aumento do cultivo é reflexo, principalmente, do aumento da demanda destas espécies, tanto nacional quanto internacional. As framboesas destacam-se por sua coloração, sabor e aroma (ANTONIOELLI, 2011), além de serem ricas em nutrientes tais como antocianinas, aminoácidos e vitaminas (HAN et al., 2004).

No Brasil, o cultivo ainda é incipiente. Contudo, tem apresentado um crescimento considerável em área plantada nos últimos anos. Em 2004, assumia-se que a framboeseira ocupava 40 hectares (RASEIRA et al., 2004). Atualmente, estima-se que esta área tenha duplicado ou triplicado, constituindo 100 a 150 hectares cultivados, distribuídos nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Minas Gerais e São Paulo (GONÇALVES et al., 2011).

A maior divulgação, aceitação e incremento da framboeseira na alimentação da população ficam implícitos, frente ao avanço no cultivo apresentado na última década, representando uma cultura com boas perspectivas para o mercado nacional e internacional. Porém, a maior demanda e a ampliação da área cultivada refletem-se na necessidade de obtenção de mudas de qualidade para a implantação e para a renovação de pomares.

A muda consiste no ponto de partida para a obtenção de melhor resposta a qualquer tecnologia empregada no pomar, podendo ser um fator importante na redução do uso de defensivos químicos (OLIVEIRA, et al., 2004). A obtenção de mudas se faz necessária ao iniciar um pomar, e também ao renovar um pomar já existente. A prática de renovação de pomares de framboesas deve ser efetuada a

cada três ou quatro anos (RASEIRA et al., 2004), para não comprometer a qualidade e produtividade das plantas. Vale ressaltar que, tanto para plantio ou para replantio, é fundamental que o material seja de boa procedência e com ótimas características fitossanitárias, podendo obter sustentáveis produtividades e qualidade de frutas (KARAKLAJIĆ-STAJIĆ et al., 2012).

No âmbito da produção de mudas, as diversas técnicas de propagação devem ser consideradas. Em relação à propagação sexuada, apesar de a framboeseira produzir frutas com um grande número de sementes viáveis, estas apresentam dormência bastante complexa (MAEDA & COELHO, 1995), além de maior probabilidade de ocorrência de variações genéticas, fato que inviabiliza esse método para produção comercial de mudas.

Por outro lado, a propagação vegetativa ou assexuada permite produzir uma planta geneticamente idêntica ao progenitor, através da separação de partes vegetativas de um tecido (raízes, brotos e folhas) (TOOGOOD, 2007). A principal forma de propagação da framboeseira é o enraizamento de material remanescente de podas (rebentos) e estacas radiculares, retirada de lançamentos enraizados nas entrelinhas e a cultura *in vitro* de tecidos (ILHA, 2012; OLIVEIRA et al., 2010). Porém, a estaquia utilizando estacas lenhosas ou semi-lenhosas não é uma técnica efetiva para esta cultura, pois evidencia-se um baixíssimo potencial de enraizamento (CURI, 2014). Por outro lado, o enraizamento de estacas radiculares e a utilização de lançamentos retirados das entrelinhas, embora eficientes, apresentam desvantagens, tais como a possibilidade de transmissão de patógenos de solo, desuniformidade e baixo número de mudas produzidas (DIAS et al., 2011b). Já a cultura *in vitro* de tecidos, é o procedimento mais seguro para evitar contaminação por patógenos (OLIVEIRA et al., 2010), porém esbarra em um alto custo de execução. Desta forma, o presente trabalho propõe o enraizamento de brotações caulinares como um método eficiente, que minimiza problemas fitossanitários e ao mesmo tempo é de baixo custo.

Diante do exposto, o presente trabalho objetivou avaliar o potencial de enraizamento e formação de mudas oriundas de brotações caulinares de diferentes cultivares de framboeseira.

3.2 Material e métodos

3.2.1 Local e período de realização do experimento

O experimento foi conduzido entre os meses de março a setembro de 2014, em casa de vegetação pertencente à Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, localizada na região Sul do Rio Grande do Sul, sob latitude de 31° 46' 19" S, e longitude 52° 20' 33" W e altitude de 60 metros. 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).

3.2.2 Plantas matrizes

Plantas-matrizes das cultivares de framboeseira Schönemann, Willamette, Heritage, Polana, Indian Summer, Fall Gold, Golden Bliss e Bababerry, doadas pela EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais), foram cultivadas em vasos de aproximadamente 30 cm de diâmetro, com capacidade para 8 litros, contendo substrato (Germinaplant) e adubo de liberação lenta (Osmocote Plus 15-9-12). A fim de estimular o desenvolvimento de brotações laterais, 15 dias antes da propagação, foi realizada uma poda de desponete, bem como a remoção das folhas das hastes.

O experimento foi dividido em duas etapas. A primeira etapa se refere ao enraizamento das brotações caulinares. Das plantas enraizadas na primeira etapa, 50% foram utilizadas em avaliações destrutivas (matéria seca). As brotações enraizadas correspondentes aos 50% restantes, representam o material vegetal usado na segunda etapa, na qual foram utilizadas para a avaliação de seu desenvolvimento e crescimento.

3.2.3 Instalação e condução do experimento

3.2.3.1 Primeira etapa (enraizamento)

Foram selecionadas brotações de 1 a 3cm, ainda sem a formação de entrenós. Estas foram imediatamente estabelecidas, na direção vertical, em bandejas de poliestireno expandidas com 120 células. Utilizou-se como substrato vermiculita expandida de granulometria fina. As bandejas foram mantidas em

nebulização intermitente até o término do experimento, acionada por seis segundos a cada 15 minutos. A partir do 45º dia da instalação do experimento, realizou-se a aplicação de solução nutritiva três vezes por semana até o momento da avaliação dos tratamentos.

3.2.3.2 Segunda etapa (formação das mudas)

Esta etapa do experimento iniciou-se logo após a primeira (90 dias após a instalação), onde 50% do total das brotações enraizadas na primeira etapa foram transplantadas em tubetes plásticos de 290cm³, os quais foram preenchidos com substrato (Germina Plant) e adubo de liberação lenta (Osmocote Plus 15-9-12). As bandejas com os tubetes foram mantidas na mesma casa de vegetação, sendo a irrigação realizada manualmente, conforme a necessidade da cultura.

3.2.4 Avaliações

Foram realizadas avaliações distintas na primeira etapa, que corresponde às avaliações de enraizamento, e na segunda etapa, que se refere às avaliações de sobrevivência, crescimento e desenvolvimento das mudas.

3.2.4.1 Primeira etapa (avaliações aos 90 dias)

Depois de decorridos 90 dias da instalação do experimento, as brotações foram avaliadas quanto aos seguintes parâmetros: brotações com calo (%); brotações enraizadas (%); comprimento da maior raiz (cm); massa seca de raiz (g); massa seca da parte aérea (g); e brotações sobreviventes (%). Para a obtenção da massa seca, 50% das brotações foram separadas em parte aérea e raízes, acondicionadas em sacos de papel, e mantidos em estufa com circulação forçada de ar a 65°C até atingir massa constante, com posterior pesagem em balança analítica de precisão.

3.2.4.2 Segunda etapa (avaliações aos 180 dias)

As mudas foram avaliadas 180 dias após a instalação do experimento (90 dias após a repicagem para os tubetes). As variáveis consideradas foram: percentual de plantas vivas (%); comprimento médio da maior raiz; massa seca de raízes (g); comprimento médio da parte aérea (cm); massa seca da parte aérea (g); número de folhas; e área foliar individual (cm²). As medidas de comprimento foram efetuadas utilizando uma régua graduada. O equipamento LI-3100C Area Meter foi usado para mensurar a área foliar. O procedimento para obter a massa seca da parte aérea e raízes foi igual ao realizado com as brotações enraizadas aos 90 dias. Ao final, um percentual de sobrevivência final foi calculado (%), considerando o número de brotações instaladas inicialmente e o número de brotações que sobreviveram após o enraizamento e aclimatação (180 dias).

3.2.5 Delineamento experimental e estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições de 12 estacas, perfazendo um esquema unifatorial, representado por oito cultivares de framboeseira. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), e as variáveis com diferenças significativas tiveram suas médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$).

3.3 Resultados e discussão

Na primeira etapa da propagação foram verificadas diferenças significativas entre as cultivares para as seguintes variáveis: porcentagem de brotações com calos, brotações enraizadas, massa seca de raízes e da parte aérea, e percentual de brotações vivas (Tabela 1).

Tratando-se da porcentagem de brotações com calo (BC), as cultivares Bababerry e Schöenmann diferiram das demais, com 96,00 e 93,75% de formação de calos, sendo que 'Indian Summer' apresentou o menor percentual, apenas 2,00% (Tabela 1). Com base nisto, nota-se que a alta formação de calos em brotações caulinares de framboeseira é variável entre cultivares (Tabela 1). Resultado similar ao obtido por Campagnolo & Pio (2012), que verificaram diferentes percentuais de

formação de calos para dez cultivares de amoreira-preta (*Rubus* sp.), variando de 100% para a cultivar Arapaho, até 35% para 'Brazos'.

Em relação ao percentual de enraizamento (BR), verificou-se diferenças significativas entre cultivares, havendo variação de 93,75% ('Bababerry') a 16,75% ('Indian Summer') de enraizamento. As cultivares Bababerry, Schöenmann e Golden Bliss apresentaram o maior percentual de enraizamento, enquanto Willamette, Fall Gold, Heritage e Polana, tiveram resultados intermediários, e Indian Summer apresentou o menor percentual (Tabela 1).

Poucos trabalhos na literatura discutem o enraizamento da espécie. Contudo, Curi (2014) testou o enraizamento de estacas caulinares lenhosas de framboeseira 'Batum', e obteve 3,12% de enraizamento em estacas tratadas com 1000mg.L^{-1} de IBA (ácido indol-3-butírico). Já Dias et al. (2011a), trabalharam com a framboeseira negra (*Rubus niveaus* Thunberg), e utilizaram brotações herbáceas oriundas de estacas radiculares como material propagativo, alcançando 100% de enraizamento. Comparativamente, nota-se que os resultados obtidos no trabalho em questão são consideravelmente superiores aos expressos por Curi (2014), e similares aos de Dias et al. (2011a). A partir disto, considera-se a hipótese de que a obtenção de mudas de framboeseira através da utilização de estacas não obtém tanto êxito quanto a utilização de órgãos mais jovens, como brotações.

Diversos fatores justificam esta hipótese, como a distribuição e o equilíbrio hormonal no material propagativo, especialmente porque o principal hormônio associado ao enraizamento em plantas é a auxina, que é sintetizada, principalmente, em meristemas e folhas jovens, o que indica a provável ocorrência de altas taxas deste hormônio nas brotações utilizadas, que são constituídas de tecidos jovens e meristemáticos. Em adição, o ápice da parte aérea, que contém o meristema, consiste de uma estrutura altamente dinâmica, com alta atividade celular (altas taxas de divisão e diferenciação celular), além de ser acrescido de primórdios foliares que realizam fotossíntese e participam na produção de metabólitos. Ao passo que estacas lignificadas, usualmente utilizadas sem folhas, apresentam uma atividade metabólica mais lenta, contendo reduzidas taxas de auxinas, tecidos com menor potencial de diferenciação e divisão celular, além de menores teores de fotoassimilados (TAIZ e ZEIGER, 2013). Cabe ressaltar, ainda, que existe grande possibilidade de que a presença de folhas no material propagativo favorece o enraizamento de framboeseira, pois as folhas são importantes fontes de síntese de

auxinas como a ácido indol-3-acético (AIA), além de serem fontes de reservas acumuladas antes do período de armazenamento (OSTERC e STAMPAR, 2011). Vignolo et al. (2014) observou este efeito benéfico no enraizamento de amoreira-preta.

A formação de calos demonstrou exercer papel importante na sobrevivência e no enraizamento das brotações caulinares de framboeseira, tanto que houve elevada correlação entre a formação de calos e brotações vivas ($R=0,85$, $p<0,001$), e também entre formação de calos e brotações enraizadas ($R=0,78$, $p<0,001$). No entanto, sabe-se que o enraizamento e a formação de calos são processos fisiológicos independentes, pois o calo é uma formação regenerativa que, segundo Fachinello et al. (1995), se desenvolve após uma lesão cambial, e é constituído por uma massa de células parenquimatosas, enquanto a formação de raízes laterais se dá após coordenadas divisões e diferenciações de células do periciclo (BENKOVÁ e BIELACH, 2010). Mas os resultados obtidos indicam que a formação de calo favorece o enraizamento de brotações caulinares de framboeseira. Estudos recentes indicam que, a formação de calos representa uma forma de nova organogênese, onde o calo é constituído por células meristemáticas com características radiculares (XU e HUANG, 2014). Raízes laterais também podem iniciar a partir de células do periciclo, e de fato, vários genes e processos envolvidos na formação de raízes laterais funcionam também na formação de calos (SUGIMOTO et al., 2010). Outro exemplo desta relação é durante a cultura de tecidos, onde a formação de raízes adventícias pode ser induzida pela transferência de auxina e citocininas do calo para meio (HOFMANN, 2014).

As cultivares estudadas não apresentaram diferenças para a variável comprimento médio da maior raiz (CMR), sendo que os valores variaram de 5,77 ('Willamette') a 3,80cm ('Indian Summer'), os quais são similares aos observados por Curi (2014), que obteve 6,4cm para estacas radiculares de framboesa 'Batum'; e por Vignolo et al. (2014), que demonstram valores de 7,44 a 2,38cm em cultivares de amoreira-preta.

A maior sobrevivência foi obtida nas cultivares Bababerry e Schöenmann (Tabela 1). Por outro lado, 'Indian Summer' apresentou apenas 19,00%. A maior sobrevivência em relação ao percentual de enraizamento das brotações, observado em sete das oito cultivares, é, segundo Vignolo et al. (2014), um indicativo de que algumas cultivares necessitam de mais tempo para a formação de sistema radicular.

Desta forma, pode-se recomendar que em estudos futuros, a avaliação final de enraizamento seja realizada em um período maior que os 90 dias adotado no presente trabalho.

Provavelmente, as diferenças entre cultivares em relação ao percentual de brotações vivas e enraizadas, tenham sido determinadas por diferenças genéticas, que determinam o potencial para a produção endógena de auxinas (VILLA et al. 2003). Variações na capacidade de enraizamento entre cultivares já foram observadas em outras frutíferas, como por exemplo, em estacas de amoreira-preta (ANTUNES et al., 2000; CAMPAGNOLO e PIO, 2012; VIGNOLO et al., 2014), mirtilheiro (PEÑA et al., 2012), videira (BORDIN et al., 2005), oliveira (SILVA et al., 2012), pessegueiro (RADMANN et al., 2014) e nectarineira (NETO et al., 2005).

Além de diferenças genéticas, Antunes (2000) também cita como fatores com influência sobre a capacidade de enraizamento, o estado nutricional da planta matriz, a sanidade e a época de coleta do material propagativo. Embora a influência da maioria dos fatores ligados à formação de raízes laterais ainda não seja bem esclarecida, sabe-se que as células do periciclo, das quais se originam as raízes laterais, desempenham papel importante e podem diferir em número e características morfológicas, tais como estrutura, espessamento da parede celular, tamanho de células e distribuição da proteína arabinogalactana (AGP), dependendo do genótipo. Além disso, as concentrações de auxina destas células têm forte influência, pois controlam os locais e a frequência de formação de raízes laterais (BENKOVÁ e BIELACH, 2010; CASTRO et al., 2009; SHOWALTER, 2001).

Tabela 1 – Resultados obtidos aos 90 dias para as variáveis brotações com calos; brotações enraizadas; comprimento médio da maior raiz; massa seca de raízes; massa seca de parte aérea; e brotações sobreviventes de diferentes cultivares de framboeseira propagadas por brotações caulinares. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2014.

Cultivar	-----Variáveis analisadas*-----					
	Brotações com calo (%)	Brotações enraizadas (%)	Comprimento médio raiz (cm)	Massa seca raízes (g)	Massa seca parte aérea (g)	Brotações sobreviventes (%)
Bababerry	96,00 ^{a*}	93,75 ^a	5,06 ^{ns}	0,062 ^{ns}	0,144 ^b	98,00 ^a
Schönenmann	93,75 ^a	79,00 ^a	5,91	0,074	0,135 ^b	93,75 ^a
Golden Bliss	64,75 ^b	81,25 ^a	5,55	0,069	0,172 ^b	81,25 ^b
Willamette	52,25 ^b	62,50 ^b	5,91	0,159	0,195 ^a	71,00 ^c
Fall Gold	43,75 ^b	54,25 ^b	3,46	0,107	0,161 ^b	70,75 ^c
Heritage	60,25 ^b	56,25 ^b	4,95	0,0932	0,157 ^b	60,25 ^c
Polana	56,50 ^b	46,00 ^b	5,91	0,232	0,208 ^a	58,25 ^c
Indian Summer	2,00 ^c	16,75 ^c	4,61	0,163	0,252 ^a	19,00 ^d
CV(%)	29,92	20,47	20,00	58,77	21,27	14,32

*Médias não seguidas pela mesma letra diferem entre si nas colunas, pelo teste de Skott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

Na segunda etapa (aos 180 dias), que se refere a avaliação da capacidade de sobrevivência e desenvolvimento das brotações já enraizadas, também foram observadas diferenças entre cultivares. Havendo diferenças em relação ao percentual de plantas vivas, sobrevivência final, comprimento da maior raiz, massa seca de raízes, comprimento da parte aérea, massa seca da parte aérea, número médio de folhas e área foliar média de planta (Tabela 2).

As cultivares Bababerry, Schönenmann, Golden Bliss, Willamette e Heritage apresentaram alto percentual de sobrevivência após transplante das mudas, com valores superiores a 80%, enquanto as cultivares Fall Gold, Polana e Indian Summer obtiveram resultados significativamente inferiores (Tabela 2). A sobrevivência das plantas após o enraizamento pode ter relação com diversos fatores, sobretudo às diferenças intrínsecas aos genótipos na capacidade de desenvolver raízes e folhas já formadas e originar novas.

Os parâmetros utilizados para caracterizar as raízes das plantas indicaram que as cultivares Indian Summer, Fall Gold e Heritage produziram mudas com maior comprimento médio de raízes em relação às demais (Tabela 2). Com relação à

massa seca de raízes, os valores variaram de 0,517 ('Bababerry') a 0,332g ('Heritage') para todas as cultivares, exceto Fall Gold e Polana, as quais foram inferiores, com valores de 0,257 e 0,097g, respectivamente. O processo de crescimento radicular é regulado por fatores hormonais, pois o crescimento da raiz ocorre quando, no meristema apical da raiz, a divisão celular prevalece sobre a diferenciação, devido a uma maior concentração de auxinas que citocininas (MOUBAYIDIN et. al., 2010). Para as cultivares Bababerry, Schöenmann, Golden Bliss e Willamette, aparentemente, o balanço hormonal foi favorável para as citocininas, pois estas apresentaram maior massa seca de raízes e menor comprimento de raiz. Para Fallgold, favoreceu às auxinas, pois estas apresentaram raízes mais longas, porém com menor massa seca.

Para a variável comprimento de parte aérea, 'Golden Bliss', 'Fall Gold', 'Heritage', e 'Polana' foram superiores às demais (Tabela 2). Os valores de comprimento médio da parte aérea das cultivares de framboeseira obtidos neste estudo se encontram na faixa de 1,85 a 5,90cm e se mostram superiores aos descritos por Silva et al. (2012), que obtiveram o valor máximo de 1,3cm em estacas caulinares de framboeseira negra.

As maiores massas secas da parte aérea foram obtidas nas cultivares Golden Bliss, Schöenmann, Heritage e Bababerry, as quais foram seguidas por 'Willamette' e 'Fall Gold', (Tabela 2). Já, os menores valores de massa seca da parte aérea foram registrados nas cultivares Polana e Indian Summer.

No que tange às variáveis que definem o desenvolvimento foliar das plantas, as cultivares alcançaram um número médio de folhas de 6,62 na cultivar Polana, até 13,75 para Indian Summer. Pelizza et al. (2011) não observou diferenças na formação de folhas durante o cultivo de cultivares de amoreira-preta 'Xavante' em diferentes substratos, sendo que o valor máximo obtido foi de 6,88 folhas, o qual foi inferior aos valores obtidos para a maioria das cultivares de framboeseira testadas no presente estudo.

Verifica-se alta variação entre os genótipos no que se refere à variável área foliar das plantas (Tabela 2). Os valores variaram de 167,56 ('Golden Bliss') a 75,92cm² ('Indian Summer'), sendo que 'Willamette', 'Polana' e 'Indian Summer' apresentaram as menores áreas foliares entre as cultivares estudadas. Possivelmente, a área foliar diferencial seja devido ao vigor característico de cada

genótipo, a exemplo da cultivar Polana que, conforme Bushway et al. (2008), apresenta hastes mais curtas, o que indica menor vigor da cultivar.

Tabela 2 – Resultados obtidos aos 180 dias, referente às brotações enraizadas sobreviventes, para as variáveis plantas vivas; comprimento médio da maior raiz; massa seca de raízes; comprimento médio da parte aérea; massa seca de parte aérea; número de folhas; e área foliar de mudas de diferentes cultivares de framboeseira oriundas de brotações caulinares. Pelotas, Embrapa Clima Temperado, 2014.

Cultivar	-----Variáveis analisadas*-----						
	Plantas Vivas (%)	Comprimento médio raiz (cm)	Massa seca raízes (g)	Comprimento parte aérea (cm)	Massa seca parte aérea (g)	Nº de folhas (Nº)	Área foliar (cm ² .planta ⁻¹)
Bababerry	100,00a*	15,76b	0,517a	3,07b	0,567a	12,25a	137,58a
Schöenmann	95,00a	14,67b	0,405a	2,85b	0,722a	8,50b	149,43a
Golden Bliss	86,70a	16,04b	0,440a	5,05a	0,772a	10,25a	167,56a
Willamette	89,58a	16,15b	0,404a	2,92b	0,525b	10,87a	109,04b
Fallgold	37,50b	17,80a	0,257b	4,27a	0,495b	8,12b	121,85a
Heritage	81,25a	17,64a	0,359a	3,97a	0,650a	8,00b	128,68a
Polana	41,67b	13,11b	0,097b	5,90a	0,325c	6,62b	93,29b
Indian Summer	50,00b	18,25a	0,332a	1,85b	0,345c	13,75a	75,92b
CV(%)	28,69	11,73	33,13	38,56	22,51	18,79	22,33

*Médias não seguidas pela mesma letra nas colunas diferem entre si, pelo teste de Skott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

No presente estudo, a cultivar com maior sobrevivência final foi Bababerry (93,75%), sendo significativamente superior às demais. ‘Schöenmann’, ‘Golden Bliss’ e ‘Willamette’ apresentaram mais de 50% de sobrevivência final, diferindo de ‘Heritage’, com 44,96%. Entretanto, ‘Fall Gold’, ‘Polana’ e ‘Indian Summer’ chegaram ao final do experimento com 20% ou menos de plantas sobreviventes (Figura 1).

O sucesso na formação final de mudas foi observado em, pelo menos, metade das cultivares estudadas. No entanto, as cultivares apresentaram diferenças referentes à maioria das variáveis consideradas no presente estudo. Da mesma forma, Vignolo et al. (2012) obteve variação no potencial de sobrevivência e enraizamento de cultivares de amoreira-preta, e associa este fato aos fatores de enraizamento e crescimento, como concentrações de açúcares e hormônios

presentes no material propagativo, os quais estão presentes e atuam de forma diferenciada entre as cultivares.

Na propagação vegetativa da framboeseira, diversos fatores influenciam de diferentes maneiras para o sucesso do enraizamento e para formação e estabelecimento final das mudas. Contudo, dentre os fatores que parecem exercer maior influencia, estão o tipo de material propagativo utilizado, ou seja, quanto mais jovem mais favorável, e a condição hormonal, determinada por fatores genéticos e intrínseca a cada cultivar. Desta forma, pode-se sugerir, que a técnica utilizada no presente estudo, apresenta como principais vantagens, a origem do material propagativo, o qual, além de ser jovem e apresentar potencial para elevadas concentrações de auxinas, não tem contato prévio com o solo, diminuindo o risco de contaminação por patógenos de solo.

A propagação de framboeseira através da utilização de brotações caulinares apresenta resultados promissores, mas não pode ser vista de forma generalizada, sendo fundamental a verificação e a caracterização do comportamento das principais cultivares de interesse.

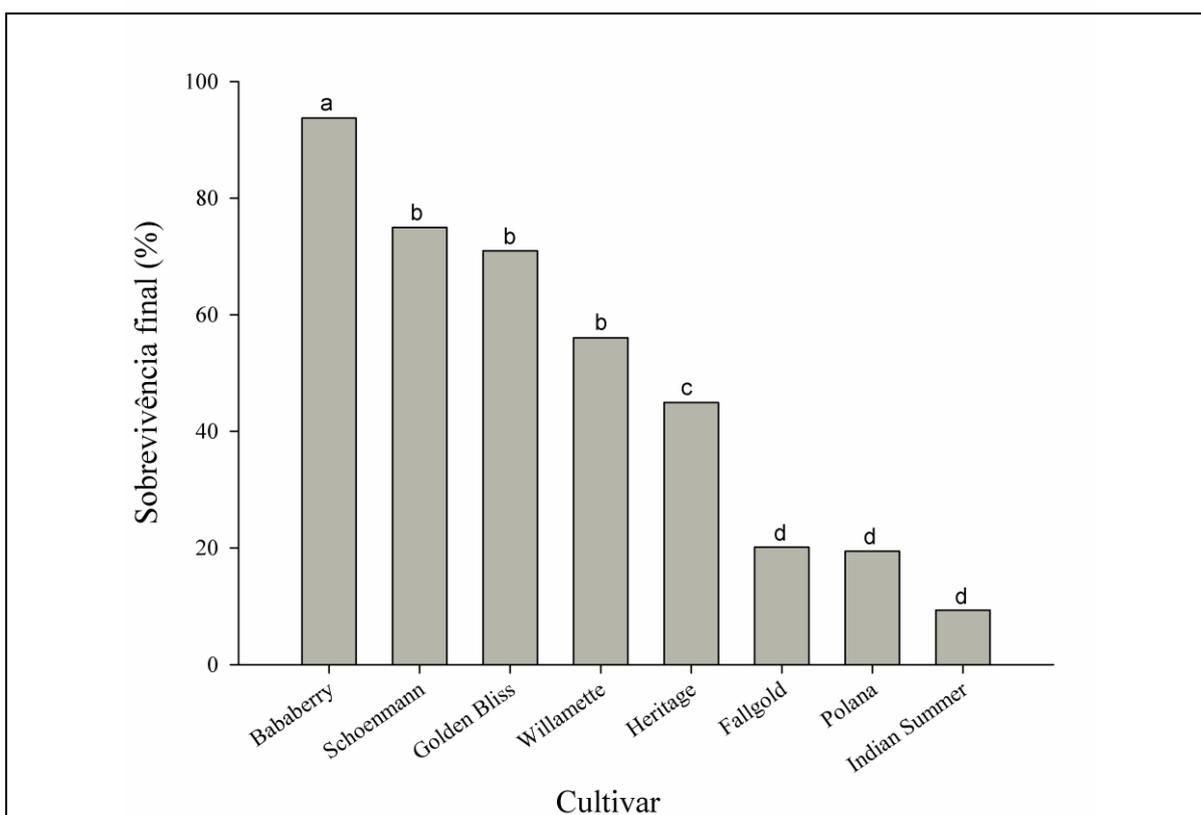


Figura 1 - Sobrevivência final das cultivares de framboeseira Bababerry, Schöenmann, Golden Bliss, Willamette, Heritage, Fallgold, Polana Indian Summer, correspondente às duas etapas (90 e 180 dias). Pelotas – RS, 2015.

*Colunas seguidas da mesma letra não diferem entre si, a 5% pelo teste de Tukey.

3.4 Conclusões

A técnica de enraizamento de brotações caulinares de framboeseira pode ser recomendada com êxito para as cultivares Bababerry, Schöenmann, Golden Bliss, Willamette e Heritage.

As cultivares FallGold, Polana e Indian Summer possuem reduzido potencial de formação de mudas através da técnica de enraizamento de brotações caulinares.

As cultivares de framboeseira apresentam diferenças no potencial de formação de calos, de enraizamento, de desenvolvimento de mudas e de crescimento radicular e vegetativo.

3.5 Referências bibliográficas

ANTONIOLLI, L. R.; SILVA, G. A. da.; ALVES, S. A. M.; MORO, L. Controle alternativo de podridões pós-colheita de framboesas. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46, n.9, p.979-985, 2011.

ANTUNES, L. E. C.; CHALFUN, N. N. J.; REGINA, M de A. Propagação de cultivares de amoreira-preta (*Rubus* spp.) através de estacas lenhosas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 22, n. 2, p. 195-199, 2000.

ANTUNES, L. E. C. Amora-preta: Nova opção de cultivo no Brasil. **Revista Ciência Rural**, v.32, n.1, 2002.

BENKOVÁ, E.; BIELACH, A. Lateral root organogenesis – from cell to organ. **Current Opinion in Plant Biology**, v.13, p.677-683, 2010.

BORDIN, I.; HIDALGO, P. C.; BÜRKLE, R.; ROBERTO, S. R. Efeito da presença da folha no enraizamento de estacas semilenhosas de porta-enxertos de videira. **Revista Ciência Rural**, v.35, n.1, p.215-218, 2005.

BUSHWAY, L.; PRITTS, M.; HANDLEY, D. **Raspberry and blackberry production guide for the Northeast, Midwest, and Eastern Canada**. New York: NRAES (Series), v.35, New York, 2008, 157p.

CASTRO, E. M. de; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. P. **Histologia vegetal: estrutura e função de órgãos vegetais**. Lavras: UFLA, 2009, 234p.

CAMPAGNOLO, M. A.; PIO, R. Enraizamento de estacas caulinares e radiculares de cultivares de amoreira-preta coletadas em diferentes épocas, armazenadas a frio e tratadas com AIB. **Revista Ciência Rural**, v. 42, n.2, p.232-237, 2012.

CURI, P. N. **Enraizamento de estacas, cobertura plástica e densidade de plantio na produção e qualidade das frutas da framboeseira 'Batum'**. 2014. 96p. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Lavras, Lavras.

DIAS, J. P. T.; ONO, E. O.; FILHO, J. D. Enraizamento de estacas de brotações oriundas de estacas radiculares de amoreira-preta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. esp., p.649-653, 2011a.

DIAS, J. P. T.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D. IBA e carboidratos no enraizamento de brotações procedentes de estacas radicais de *Rubus spp.* **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n. esp., p.666-671. 2011b.

DUTRA, L. F.; KERSTEN, E.; FACHINELLO, J. C. Época de coleta, ácido indolbutírico e triptofano no enraizamento de estacas de pessegueiro. **Scientia Agricola**, v.59, n.2, p. 327-333, 2002.

DUTRA, L. F.; TONIETTO, A.; KERSTEN, E. Enraizamento de estacas de ameixeira (*Prunussalicina*Lindl) tratadas com ácido indolbutírico e etephon. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 3, n. 2, p. 59-64, 1997.

DUTRA, L. F.; TONIETTO, A.; KERSTEN, E. Efeito da aplicação prévia de etephon em ameixeira (*Prunussalicina*Lindl) e do IBA no enraizamento de suas estacas. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 55, n. 2, p. 296-304, 1998.

FACHINELLO, J. C. et al. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. 2. Ed. Pelotas:UFPel, 1995, 178p.

FACHINELLO, J. C.; PASA, M. da S.; SCHMITZ, J. D.; BETEMPS, D. L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, volume especial, sn., 2011.

GONÇALVES, E. D.; PIO, R.; CAPRONI, C. M.; ZAMBON, C. R.; SILVA, L. F. de. O. da.; ALVARENGA, A. A. **Implantação, cultivo e pós-colheita de framboesa no Sul de Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2011, 5p. (Circular Técnica, 145).

HAN, C.; ZHAO, Y.; LEONARD, S. W.; TRABER, M. G. Edible coatings to improve storability and enhance nutritional value of fresh and frozen strawberries (*Fragaria X ananassa*) and raspberries (*Rubus idaeus*). **Postharvest Biology and Technology**, v.33, sn., p.67-78, 2004.

HARTMANN, H. T. et al. **Plant Propagation: principles and practices**. 7ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2002, 880p.

HOFFMANN, A.; FACHINELLO, J. C.; SANTOS, A. M. dos. Propagação de mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) através de estacas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.30, n.2, p.231-236, 1995.

HOFMANN, N. Getting to the root of regeneration: adventitious rooting and callus formation. **The Plant Cell**, v. v. 26, s.n., p.845, 2014.

ILHA, L. L. H. Produção de amora-preta e framboesa em regiões de clima temperado. **Informe Agropecuário**. Pequenas frutas: tecnologias de produção, v.33, n.268, p.58-68, 2012.

KARAKLAJIĆ-STAJIĆ Ž.; RUŽIĆ, Đ.; GLIŠIĆ I.S.; LUKOVIĆ J. Vegetative potential of plants of raspberry 'Willamette' grown on different growing media and treated with different foliar fertilizers. **Acta Horticulturae**, Proceedings Xth International Rubus and Ribes Symposium, Ed.: B. Tanović, v.946, p.391-396, 2012.

MAEDA, J. A.; COELHO, S. M. B. M. Germinação e dormência de sementes de framboesa (*Rubus idaeus* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, v.17, n.1, p.101-106, 1995.

MAIA, A. J.; BOTELHO, R. V. Reguladores vegetais no enraizamento de estacas lenhosas da amoreira-preta cv. Xavante. **Semina: Ciências Agrárias**, v.29, n.2, p.323-330, 2008.

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

MOUBAYIDIN, L. et al. The rate of cell differentiation controls the arabidopsis root meristem growth phase. **Current Biology**, Londres, v.20, n.12, p.1138-1143, 2010.

NETO, U. R. M.; TELLES, U. R.; BIASI, L. A. Enraizamento de estacas semilenhosas de nectarineiras tratadas com diferentes concentrações de ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Agrociências**, v.11, n.3, p.299-301, 2005.

OLIVEIRA, R.P.; NAKASU, B.H.; SCIVITTARO, W.B. **Tecnologias para qualidade de mudas de morangueiro e amora-preta**. Bento Gonçalves. Embrapa Uva e Vinho, 2004. p. 39-47. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 44).

OLIVEIRA, R. P. de; ROCHA, P. S. G. da; GULARTE, V. F.; SCIVITTARO, W. B. Micropropagação de framboeseira em diferentes concentrações de ferro. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.12, p.2598-2602, 2010.

OSTERC, G.; STAMPAR, F. Differences in endo/exogenous auxin profile in cuttings of different physiological ages. **Journal of Plant Physiology**, v. 168, s.n., p.2088-2092, 2011.

PELIZZA, T. R.; MUNIZ, J.; CAMARGO, P.; KRETZSCHMAR, A. A.; RUFATO, L. Enraizamento ex vitro de plântulas micropropagadas de amoreira-preta 'Xavante'. Comunicação científica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.1, p.333-337, 2013.

PEÑA, M. L. P; GUBERT, C.; TAGLIANI, M. C.; BUENO, P. M. C.; BIASI, L. A. Concentrações e formas de aplicação do ácido indolbutírico na propagação por estaquia dos mirtilheiros cv.s. Flórida e Clímax. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.1, p.57-64, 2012.

PIO, R.; ALVARENGA, Â. A.; MOURA, P. H. A.; CURI, P. N. Produção de amora-preta e framboesa em regiões de clima quente. **Informe Agropecuária**. Pequenas frutas: tecnologias de produção, v. 33, n.268, p.46-55, 2012.

PIO, R.; ARAÚJO, J. P. C de; SCARPARE FILHO, J. A.; MOURÃO FILHO, F. A. de A.; ALVARENGA, Â. A.; ABRAHÃO, E. Potencial de propagação de cultivares de marmeleiro por estaquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.26, n.2, p.287-289, 2004.

RADMANN, E. B.; FEIJÓ, A. da R.; GOULART, R. C.; FISCHER, D. L. de O.; BIANCJI, V. B. Interação entre o genótipo e AIB no enraizamento de estacas semilenhosas de portaenxertos de pessegueiro. **Revista Nativa**, v.02, n. 04, p.129-133, 2014.

RASEIRA, M. C. do. B.; GONÇALVES, E. D. G.; TREVISAN, R.; ANTUNES, L. E. C. **Aspectos técnicos da cultura da framboeseira**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 22p. (Documentos, 120).

SHOWALTER, A. M. Arabinogalactan-proteins: structure, expression and function. **Cellular and Molecular Life Sciences**, v.58, s.n., p.1399-1417, 2001.

SILVA, J. A. A. da; PEREIRA, F. M. Enraizamento de estacas herbáceas de nespereira (*Erriobotrya japônica*Lindl). Comunicação científica, **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, n. 2, p. 369-371, 2004.

SILVA, K. N.; PIO, R.; TADEU, M. H.; ASSIS, C. N. de; CURI, P. N.; MOURA, P. H. A.; PATTO, L. S. Produção de mudas de framboeseira negra por diferentes métodos de propagação vegetativa. **Revista Ciência Rural**, v.42, n.3, p.418-422, 2012.

SUGIMOTO, K.; JIAO, Y.; MEYEROWITZ, E. M. Arabidopsis regeneration from multiple tissues occurs via a root development pathway. **Development Cell**, v. 18, s.n., p.463-471, 2010.

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

TOFANELLI, M. B. D.; CHALFUN, N. N. J.; HOFFMANN, A.; CHALFUN JÚNIOR, A. Enraizamento de estacas lenhosas e semilenhosas de cultivares de ameixeira com várias concentrações de ácido indolbutírico. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.2, p.509-513, 2002.

TOOGOD, A. **Enciclopédia de lapropagación de plantas**. Barcelona: Blume, 2007, 320p.

TREVISAN, R.; SCHWARTZ, E.; KERSTEN, E. Capacidade de enraizamento de estacas de ramos de pessegueiro (*Prunuspersica* (L.) Batsch) de diferentes cultivares. **Revista Científica Rural**, v.5, n.1, p.29-33, 2000.

VIGNOLO, G. K.; PICOLOTTO, L.; GONÇALVES, M. A.; PEREIRA, I. dos S.; ANTUNES, L. E. C. Presença de folhas no enraizamento de estacas de amoreira-preta. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.44, n.3, p.467-472, 2014.

VILLA, F.; PIO, R.; CHALFUN, N. N. J.; GONTIJO, T. C. A.; DUTRA, L. D. Propagação de amoreira-preta utilizando estacas lenhosas. **Revista Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v.27, n.4, p.829-834, 2003.

VIZZOTTO, M. Propriedades funcionais das pequenas frutas. **Informe Agropecuário**. Pequenas frutas: tecnologias de produção, v.33, n.268, p.84-88, 2012.

WAGNER JÚNIOR, A.; COUTO, M.; RASEIRA, M. do C. B.; FRANZON, R. C. Efeito da lesão basal e do ácido indolbutírico no enraizamento de estacas herbáceas de quatro cultivares de mirtilo. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.10, n.2, p.251-253, 2004.

XU, L.; HUANG, H. The WUSCHEL-related homebox gene WOX11 is required to activate shootborne crown root development in rice. **Plant Cell**, v.21, s.n., p. 736-748, 2009.

4 Capítulo II

Produção e fenologia de cultivares de framboeseira com e sem cobertura plástica

4.1 Introdução

A exploração comercial da atividade frutícola é caracterizada, principalmente, por oferecer alto rendimento por unidade de área cultivada. Além disso, demanda intensa mão-de-obra. Sendo assim, entende-se que o rendimento é dependente da eficiência das práticas agrícolas empregadas no sistema produtivo.

A região de Pelotas, no Sul do Rio Grande do Sul, possui tradição no cultivo de frutíferas de clima temperado, principalmente o pessegueiro. Além do pessegueiro, outras frutíferas vêm sendo introduzidas nos últimos anos, como o mirtilheiro, o morangueiro e a amoreira-preta (ANTUNES, et al., 2008; ANTUNES et al., 2010; COCCO et. al, 2012), sendo que estas são atividades geralmente desenvolvidas por membros da família, caracterizando um tipo de exploração de pequenas propriedades rurais.

O cultivo da framboeseira se restringe a poucas regiões no Brasil, em função de fatores como exigências climáticas específicas e falta de divulgação e conhecimento, por parte de técnicos e produtores, sobre informações relevantes de seu cultivo e comercialização.

Trata-se de uma frutífera de clima temperado com variedades originárias, principalmente, de países da América do Norte e Europa (OLIVEIRA et al., 2007; RASEIRA et al., 2004). Portanto, a sua produção no Brasil é baseada na utilização de variedades importadas de outros países, e as respostas esperadas para características como fenologia, produção e qualidade da fruta podem não ser as mesmas daquelas obtidas onde foram selecionadas ou em condições de cultivo diferentes.

Nesse sentido, é relevante identificar a adaptação de cultivares à região de Pelotas-RS, bem como verificar o comportamento fenológico e o potencial produtivo das mesmas, pois trata-se de desafios a serem vencidos para impulsionar o cultivo da framboeseira.

Ainda no sentido de trazer informações e melhorias sobre o cultivo de framboeseira, diversos trabalhos científicos, em variadas regiões do mundo, estudam estratégias na tentativa de mitigar problemas sanitários e melhorar a produção e qualidade das frutas. Dentre estas estratégias, a utilização de cobertura plástica sobre o dossel das plantas merece destaque, pois vem sendo testada em diversos lugares do mundo e trouxe resultados otimistas na maioria deles (DARNELL et al., 2006; DEMCHAK, 2009; CURI et al., 2014; GALINDO-REYES et al., 2011; YAO e ROSE, 2011).

Tais efeitos se devem, especialmente, às mudanças climáticas que ocorrem em cultivo protegido com relação ao campo, sendo necessário avaliar quais são estas mudanças e suas proporções, ou seja, como o cultivo protegido interfere em parâmetros como temperatura, umidade relativa do ar e radiação fotossinteticamente ativa. Sendo assim, evidencia-se que o cultivo de framboeseira com cobertura plástica sobre o dossel é uma prática que carece de informações no Brasil, referentes, especialmente, aos efeitos, benefícios e ao manejo.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi o de avaliar os aspectos fenológicos e produtivos de cultivares de framboeseira, produzidas com a utilização ou não de cobertura plástica sobre o dossel das plantas, na região de Pelotas-RS.

4.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido no período de novembro de 2013 a dezembro de 2014, em área experimental pertencente à Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, localizada na região Sul do Rio Grande do Sul, sob latitude de 31° 46' 19" S, e longitude 52° 20'33" W e altitude de 60 metros.

4.2.1 Material vegetal e origem das mudas

As cultivares de framboeseira utilizadas no experimento foram Alemãzinha e Heritage, produtoras de frutas de coloração vermelha, e Fallgold, que produz frutas

amarelas, todas com hábito de crescimento remontante. As mudas foram provenientes do Laboratório de Cultura de Tecidos da Embrapa Clima Temperado, e obtidas por meio da técnica de micropropagação meristemática. Depois de aclimatadas, as mudas foram transplantadas para sacos plásticos e mantidas em telado até atingir um crescimento e desenvolvimento adequado para plantio (em torno de 50cm). O plantio definitivo ocorreu no dia 20 de novembro de 2013, utilizando-se, como recipientes, vasos plásticos com capacidade para um volume de 8L (30cm de diâmetro). Os vasos foram preenchidos com 475g de argila expandida na base e o seu volume foi completado com substrato comercial.

4.2.2 Instalação e manejo do experimento

O espaçamento adotado foi de 0,3m entre plantas e 1,5m entre linhas. Foi utilizado o sistema de irrigação por gotejamento, com uma fita de gotejo em cada linha de cultivo, com gotejadores espaçados a cada 0,15m. Para o tutoramento das plantas, foi instalada uma linha de arame a uma altura de 1,20m do nível do solo. Sob as plantas nos tratamentos com cobertura plástica, foram construídos túneis de, aproximadamente, 1,80m, cobertos com polietileno de baixa densidade (PEBD) transparente com 100 µm de espessura. Para isso, foram utilizados túneis baixos adaptados com um suporte de bambu, possibilitando elevá-los a uma maior altura. Sendo assim, o plástico não compreendeu toda a estrutura, cobrindo somente a parte mediana superior, servindo como cobertura (efeito guarda-chuva) para as plantas (Figura 1).

Foram aplicados 28g de adubo comercial de liberação lenta (Osmocote Plus 15-9-12) por vaso, a cada 120 dias. O sistema de irrigação foi acionado a cada um ou dois dias, independente da ocorrência de precipitações. As plantas foram monitoradas diariamente, e as aplicações de fungicidas, inseticidas e acaricidas foram efetuadas sempre que necessário, além da retirada de folhas doentes.



Figura 1. Framboeseiras 'Heritage', 'Alemãzinha' e 'Fallgold' cultivadas sem cobertura plástica (esquerda) e com cobertura plástica (direita) sobre o dossel das plantas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014.

Fonte: MARCHI, P. M.

Dois meses após a instalação do experimento, dia 20 de janeiro de 2014, foi realizada uma poda rebaixando as hastes a 10cm da base, a fim estimular o desenvolvimento de novas hastes. Foi realizada a poda de inverno no dia 5 de agosto de 2014, após o término da produção e a queda das folhas. As hastes foram reduzidas na altura das gemas subapicais (50 a 100cm). Também foi efetuado o raleio, mantendo de 4-6 hastes em cada vaso. Finalizada a colheita da produção de primavera/verão, dia 14 de dezembro de 2014, as plantas foram podadas na base do solo.

Todos os procedimentos de manejo foram efetuados para todos os tratamentos.

4.2.3 Avaliações

4.2.3.1 Fenologia

Foi avaliado a fenologia das plantas, observando o início, a duração (dias) e o término da floração e da colheita, baseados na metodologia adaptada de Surya e Rahman (2012). As avaliações de fenologias foram feitas a cada 2 ou 3 dias, desde

o surgimento dos primeiros botões florais em plantas do experimento até a paralização da floração e da colheita.

Para as variáveis de crescimento das plantas, foi marcada uma haste de cada planta durante o período vegetativo, e todas foram medidas quanto ao comprimento (cm) e diâmetro (mm), usando uma fita métrica e um paquímetro digital, respectivamente. Foram realizadas duas avaliações em cada ciclo, ambas com um intervalo de 60 dias entre a primeira e a segunda, obtendo, assim, o incremento em altura e diâmetro de hastes.

4.2.3.2 Variáveis produtivas

Nos meses de abril a julho (outono/inverno); e outubro a dezembro (primavera/verão) de 2014, foram avaliadas as variáveis produtivas. A produção média por planta (g.planta^{-1}) foi obtida pela divisão entre a massa das frutas colhidas em cada parcela e o número de plantas. Para obter o número de frutas por planta, dividiu-se o número de frutas colhidas em cada parcela pelo número de plantas da mesma. As colheitas ocorreram a cada dois a três dias. As frutas foram contadas e a massa mensurada por uma balança digital. Ao final de cada ciclo, os dados de produção e número de frutas por planta foram agrupados em quinzenas. Através da razão entre a produção e o número de frutas obteve-se a massa média de fruta (g), também agrupada em quinzenas ao longo dos ciclos de colheita. O cumulativo da produção de cada ciclo foi efetuado ao final, através da soma acumulativa das colheitas compreendidas em cada ciclo produtivo. A produção acumulada total (g.planta^{-1}) foi calculada ao final do segundo ciclo, pela soma acumulativa de todas as colheitas.

Para a realização das análises qualitativas, foram coletadas 20 frutas de cada parcela e levadas ao Laboratório de Melhoramento Genético da Embrapa Clima Temperado, na sala de análise de frutas, onde as frutas foram selecionadas quanto à uniformidade de cor e ausência de injúrias mecânicas ou fisiológicas. As análises realizadas foram diâmetro longitudinal (mm) e vertical (mm), obtidas com um paquímetro digital, e o primeiro efetuado no terço médio da fruta.

A massa seca de poda foi obtida após a secagem do material em estufa de circulação forçada de ar, na temperatura de 65°C, até obter massa constante, seguida da pesagem em balança digital.

A área foliar foi mensurada pelo equipamento LI-3100C Area Meter (Li-Cor Inc., Lincoln, NE, USA), sendo o resultado expresso em cm^2 planta.

4.2.3.3 Variáveis climáticas

Foram coletados dados de temperatura ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa do ar (UR%) e radiação PAR ($\text{mmol}\cdot\text{s}^{-1}\cdot\text{m}^2$). Para registrar os dados de radiação instalou-se um Datalogger Campbell CR3000 entre uma linha de cultivo com e outra sem cobertura, em uma das extremidades do experimento. Para a coleta dos dados de UR, foi instalado um sensor de umidade da marca Campbell, no centro do experimento, nas superfícies de uma planta com e outra sem cobertura. E para registrar a temperatura, foram instalados 8 sensores termopar de cobre-constantan, quatro deles foram instalados em quatro extratos de uma planta com cobertura (nível 1= base da planta; nível 2= 30cm acima da base; nível 3= 60 cm acima da base; e nível 4= ápice da planta), e o restante em quatro extratos de uma planta sem cobertura, ambas localizadas no centro da linha de cultivo. Os dados foram registrados a cada hora durante todo o período do primeiro ciclo produtivo.

4.2.4 Delineamento experimental e análise estatística

Os tratamentos consistiam da combinação dos fatores cultivar e sistema (coberto ou não coberto). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3×2 , com quatro repetições e cinco plantas por parcela. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro. Os dados climatológicos foram submetidos a uma análise de correlação e, posteriormente, foi gerada uma linha de tendência e uma equação para cada variável.

4.3 Resultados e discussão

4.3.1 Variáveis climáticas

A temperatura do ar dentro da cobertura plástica, apresentou estreita correlação com a temperatura externa nos quatro níveis da planta (Figura 2). O mesmo foi observado por Reisser Júnior (2002) e Farias et al. (1993) em estufas de

polietileno de baixa densidade comparadas ao ambiente externo. Curi (2014) também não observou diferenças entre temperaturas no cultivo de framboeseira com e sem cobertura plástica. A temperatura do ar em ambiente protegido depende das condições externas e está relacionada com o balanço de energia dentro da cobertura, que é influenciado pelo tipo de cobertura e ângulo de incidência da radiação solar (CARDOSO et al., 2008; FARIAS et al., 1993).

As equações que representam as relações entre temperaturas em ambiente coberto (AC) e ambiente não coberto (ANC) mostram linearidade e coeficientes angulares próximo a 1. Com base na equação gerada para a temperatura do ar no nível 1, que representa a porção basal da planta, observa-se que as temperaturas internas e externas se igualam no momento em que a temperatura do ar alcança 18,61°C (Figura 2). Portanto, quando a temperatura externa é menor que este valor, a temperatura sob a cobertura plástica sofre um acréscimo, por outro lado, com temperatura do ar superior a 18,61°C, a temperatura sob a cobertura é menor.

Já no nível 2, que se refere a um nível acima da base da planta (20cm acima da base), observa-se, com base na equação gerada, que aos 15,22°C, a temperatura do ar e sob cobertura plástica se igualam (Figura 2). Contudo, abaixo deste valor, a temperatura sob a cobertura plástica é inferior à externa, e somente acima de 15,22°C ela sofre acréscimo proporcional à equação da reta.

No nível 3, referente à porção subapical da planta (40cm acima da base), o limiar em que as temperaturas se igualam é 13,59°C. Com base na equação, acima deste valor a temperatura dentro da cobertura reduz proporcionalmente. A proximidade entre os níveis 3 e 4 (ápice da planta), implicou em pequena diferença entre as temperaturas. No nível 4, o ponto em que as temperaturas coincidem é 9,20°C, e com temperaturas mais altas que isso a temperatura sob a cobertura plástica reduz (Figura 2).

A temperatura e a umidade relativa do ar apresentam, geralmente, uma relação inversamente proporcional (PINHEIRO e AMORIM, 2007). Isso explica a variação de temperatura nos diferentes extratos da planta sob a cobertura plástica, pois no nível 1 o ambiente sofre forte influência da umidade originada da irrigação sobre o substrato, não sofrendo aumento da temperatura quando a temperatura do ar aumentou; no nível 2 (aproximadamente 20cm acima da base da planta), há pouco número de folhas, portanto há maior circulação de vento e um microclima com menor umidade relativa e temperaturas mais elevadas com relação ao ambiente

externo; já nos níveis 3 e 4, o dossel possui grande número de folhas, o que gera um microclima com maior umidade relativa e influencia na resposta do aumento da temperatura com base em maior temperatura externa.

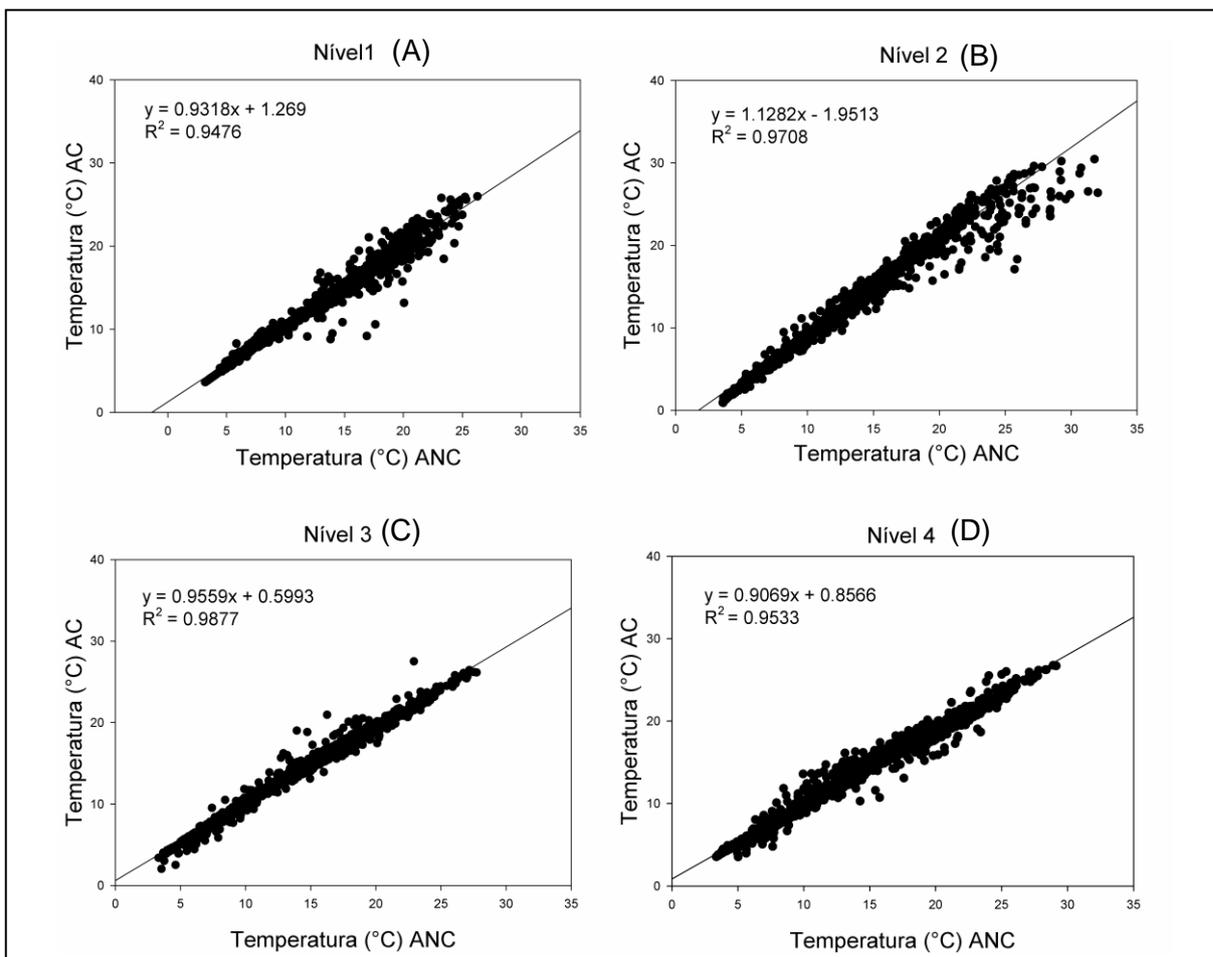


Figura 2 - Relação entre a temperatura do ar em ambiente com cobertura plástica (AC) e a temperatura do ar em ambiente não coberto (ANC), em três diferentes extratos da planta: base da planta, nível 1 (A); 30cm da base, nível 2 (B); 60cm da base, nível 3 (C); ápice da planta, nível 4 (D), registrada de hora em hora nos períodos noturno e diurno. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014.

Com base na equação gerada para a umidade relativa do ar, verifica-se um aumento no ambiente com cobertura plástica (AC) proporcional ao ambiente externo (ANC) (Figura 3). Segundo Reisser Júnior (2002), a umidade relativa do ar em estufas é maior devido à restrição da ventilação. Contudo, Cardoso et al. (2008) observaram, para a localidade de Flores da Cunha-RS, que a utilização de cobertura plástica sob o dossel de videiras proporciona redução da umidade relativa do ar em períodos diurnos em relação ao ambiente externo. Já Chavarria et al. (2007) não

constatarem diferenças de umidade relativa do ar entre áreas com cultivo de videira coberta e descoberta no mesmo município.

O principal fator que interfere na umidade relativa do ar em ambientes protegidos é a ventilação, a qual é alterada pelo tipo de material, o tamanho e o modelo do sistema de cobertura, pois modificam a resistência a passagem lateral do vento (REISSER JÚNIOR, 2002).

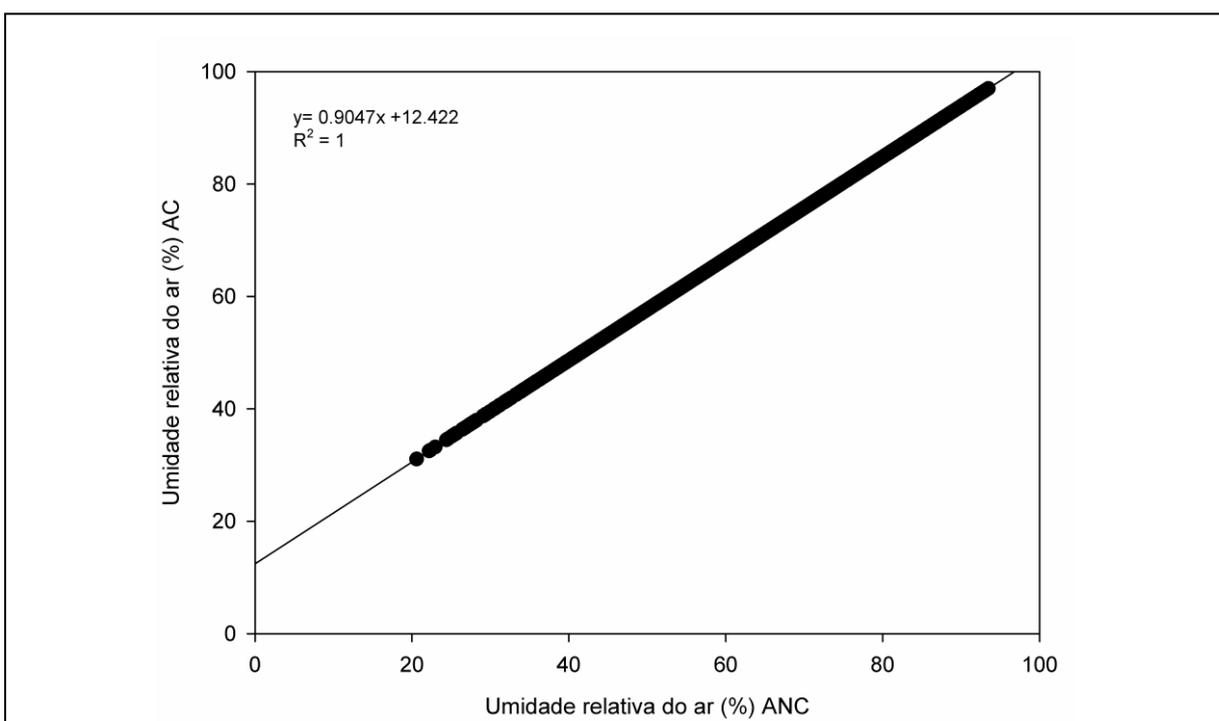


Figura 3 - Relação entre a umidade relativa do ar em ambiente com cobertura plástica (AC) e a umidade relativa do ar em ambiente não coberto (ANC), registrada de hora em hora nos períodos noturno e diurno. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014.

A cobertura plástica reduziu a radiação incidente sobre o dossel coberto (Figura 4). A equação que representa a relação entre a radiação incidente sobre o dossel de plantas cobertas e não cobertas indica uma redução de, aproximadamente, 16,75% de incidência de radiação em plantas com cobertura plástica. Chavarria et al. (2007) constataram uma redução de 33% da radiação incidente sobre o dossel de videira coberta com lona plástica trançada de polipropileno transparente, impermeabilizada com polietileno de baixa densidade de 160 μ m.

Cardoso et al. (2008) também observaram redução da radiação sob cobertura plástica tipo ráfia de 160 μ m com aditivos anti-UV e antigotejo, e assumem que o

material utilizado na cobertura é o principal fator que influencia na atenuação da radiação.

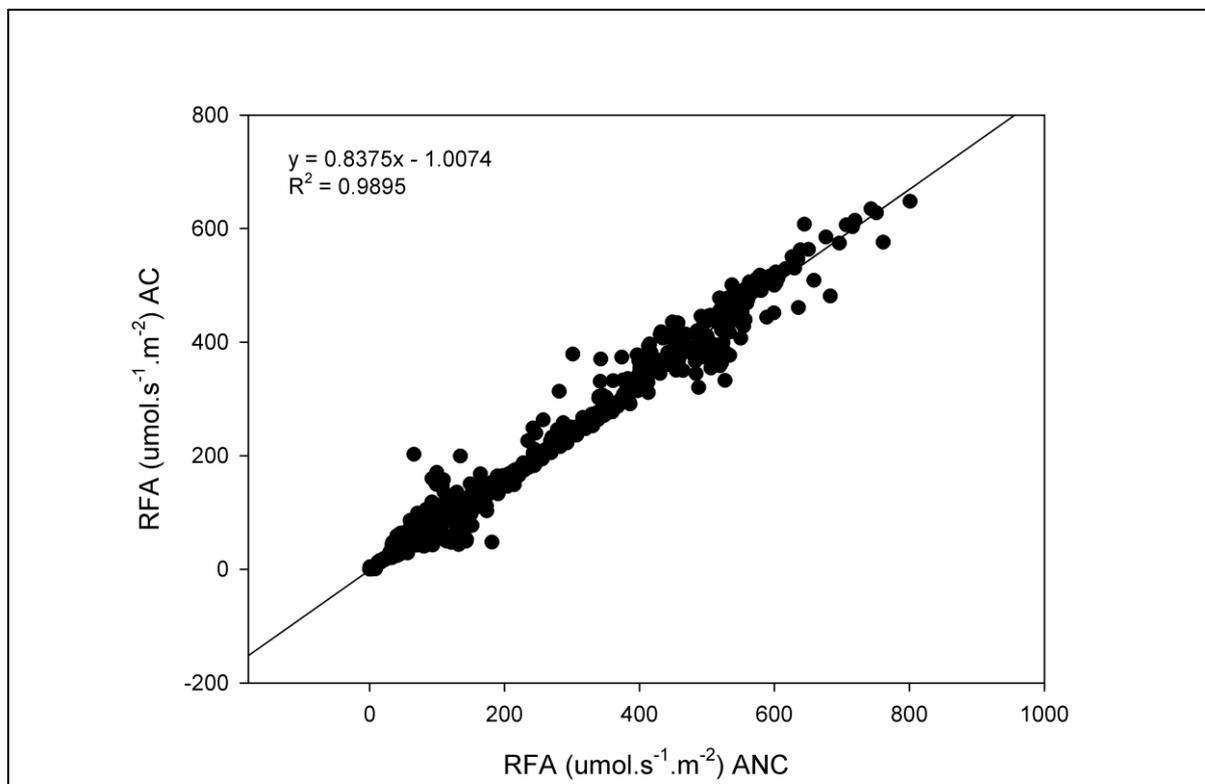


Figura 4 - Relação entre a Radiação fotossinteticamente ativa em ambiente com cobertura plástica (AC) e a radiação fotossinteticamente ativa em ambiente não coberto (ANC), registrada de hora em hora nos períodos noturno e diurno. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014.

4.3.2 Fenologia

Quanto à floração, no primeiro ciclo produtivo de 2014, a cultivar Heritage iniciou na segunda quinzena de março. Para 'Alemãzinha', o início da floração foi na primeira quinzena de abril, e teve duração de 36 dias no ambiente externo e 53 dias sob cobertura, apresentando uma redução de 17 dias no ambiente coberto, diferentemente das outras duas cultivares, pois 'Heritage' teve sete dias a mais em ambiente não coberto, e 'Fallgold' 10 dias a mais em ambiente não coberto. Já plantas da cultivar Fallgold apresentaram precocidade na floração quando cultivadas em ambiente coberto, tendo iniciado a floração 10 dias antes do ambiente não coberto, ambos na primeira quinzena de abril. (43 dias) (Figura 5). No Sul de Minas Gerais, Curi (2014) observou comportamento diferente do obtido no presente estudo para a framboeseira 'Batum', pois a cobertura plástica retardou em sete dias o início

da floração, e encurtou a duração em três dias, compreendendo 246 dias de floração em plantas não cobertas e 243 em plantas cobertas em um único ciclo produtivo no ano agrícola de 2012/13.

Com relação ao período produtivo das cultivares de framboeseira no primeiro ciclo (outono), Heritage foi a cultivar que teve maior influência da cobertura plástica (Figura 5). Além de antecipar, a cobertura prolongou o período de colheita, tendo início na primeira quinzena de abril e finalizando na segunda quinzena de julho, com duração de 72 dias. Já as plantas sem cobertura produziram frutas durante 52 dias, com início na segunda quinzena de abril e término em meados de junho. As demais cultivares (Alemãzinha e Fallgold) não sofreram influência da cobertura sobre o prolongamento da colheita. Ambas iniciaram a produção na segunda quinzena de abril e terminaram no final de junho, nos dois sistemas de cobertura (com e sem), com duração de 53,5 dias (Alemãzinha sem cobertura), 55 dias (Alemãzinha com cobertura) e 54 dias (Fallgold com e sem cobertura).

Os eventos de floração e colheita nos tratamentos foram uniformes no segundo ciclo de 2014 (Figura 5). No primeiro ciclo, as plantas de uma mesma parcela apresentaram floração e produção escalonada, o que gerou maior amplitude dos eventos. De acordo com Parra-Quezada et al. (2008), em hastes de diferentes idades, a floração se inicia antecipadamente nas mais desenvolvidas e mais velhas. Já no segundo ciclo, as plantas passaram por um período de maturação dos órgãos, poda de inverno e dormência. Após passar por um período de frio, o estímulo à brotação e floração promoveu uniformidade entre as plantas. Portanto, a floração para as cultivares de framboeseira com e sem cobertura plástica teve duração média de 10 dias, compreendidos no período de final de setembro a início de outubro (Figura 5).

A colheita do segundo ciclo produtivo estendeu-se, em média, cinco dias no ambiente coberto relacionado ao não coberto (Figura 5). A duração foi de 46 dias para 'Heritage' sem cobertura, e 51 para com cobertura; 45 dias para 'Alemãzinha' sem cobertura e 50 para coberta; e 42 dias para a cultivar Fallgold sem cobertura, e 51 dias com cobertura. O período de colheita foi do final do mês de outubro até a primeira quinzena de dezembro. Maro et al. (2012), apresentaram resultados diferentes para a produção de frutas de framboesa em gemas subapicais no Sul de Minas Gerais, onde a frutificação deu-se de abril a final de maio, e teve um período de frutificação de 23 dias.

Não houve diferenças entre as características de floração e produção para as cultivares de frutas vermelhas (Heritage e Alemãzinha) e a que produz frutas amarelas (Fallgold), diferentemente do constatado por Moura et al. (2012), que observaram o comportamento fenológico de framboeseiras nas condições do Oeste Paranaense, onde cultivares que produzem frutas de coloração vermelha iniciaram a floração entre julho a agosto e finalizaram somente no final de março do ano seguinte, com período produtivo entre início de agosto de 2009 a meados de abril de 2010. Já a cultivar Fallgold floresceu de meados de janeiro a final de março, e produziu de meados de fevereiro a início de abril, evidenciando um curto período de colheita (45 dias), sendo considerada pelos autores inapta para a região. Sendo assim, apresentando dois períodos de floração e produção semelhantes no ano agrícola, tanto as cultivares que produzem frutas vermelhas quanto amarelas, tem aptidão para o cultivo na região de Pelotas-RS.

A produção de framboesas na região de Pelotas-RS apresentou uma boa sazonalidade (Figura 5), principalmente a colheita do primeiro ciclo (primavera), pois trata-se de um período com menor oferta de outras pequenas frutas frescas no mercado, como é o caso da amoreira-preta, que produz frutas nos meses de novembro a janeiro, variando conforme a cultivar (ANTUNES et al., 2010; ANTUNES et al., 2014); mirtilheiros do grupo *rabbiteye* produzem frutas de dezembro a janeiro (ANTUNES et al., 2008); e o morangueiro tem a produção distribuída no outono, inverno e primavera (FAGHERAZZI et al., 2014). Portanto, o período de março a junho é representado por baixa oferta de pequenas frutas, podendo ser suprido pela produção de framboesas.

Ainda no que se refere à sazonalidade da framboeseira, é válido fazer uma comparação com as demais frutíferas cultivadas na região, no sentido de valorizar a cultura como uma opção para diversificação de propriedades, visto que a não coincidência do período produtivo com outras espécies é uma grande vantagem no quesito necessidade de mão-de-obra e também de fornecimento de renda em períodos diferenciados.

Cabe destacar a janela que se abre frente à possibilidade de exportação de framboesas para outros países com épocas produtivas diferentes das encontradas em estados brasileiros. Nos Estados Unidos, que representa um país altamente consumidor de pequenas frutas, incluindo framboesas, há relatos de que o período de colheita de frutas se dá entre julho e agosto e se estende até outubro, sob

cobertura plástica, dependendo da região e da cultivar (DEMCHAK, 2009; YAO e ROSEN, 2011); e em estados localizados mais ao sul dos Estados Unidos, como Flórida e Porto Rico, a colheita de estende de março/abril até maio/julho (DARNELL et al., 2006). Em Pelotas, observou-se dois ciclos produtivos no ano de cultivo, sendo que um foi de abril a junho, e o outro de outubro a dezembro, apresentando possibilidades para exportação de frutas *in natura* ou congeladas.

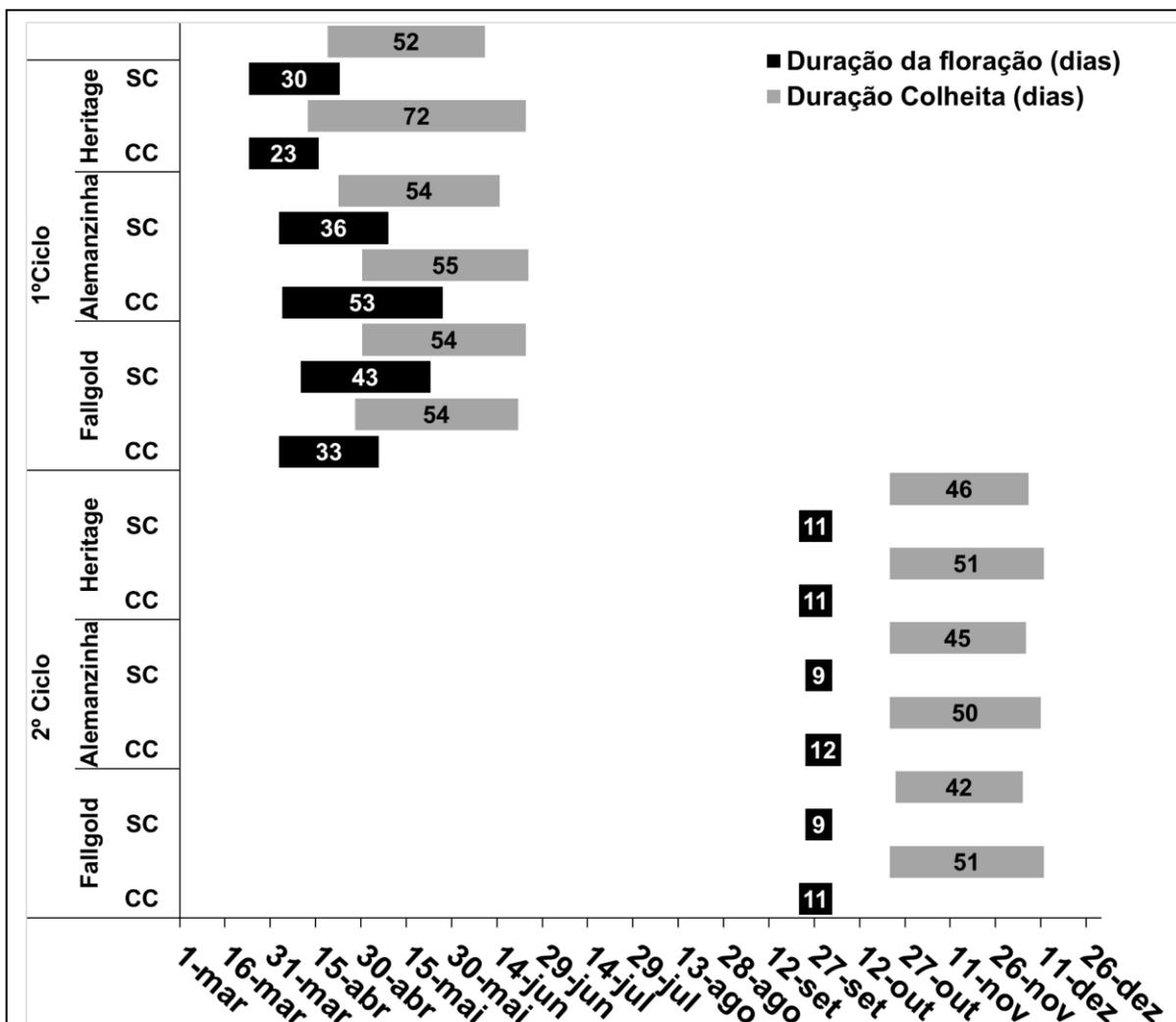


Figura 5 – Descrição das fenofases florescimento e colheita dos dois ciclos produtivos de 2014 de plantas de cultivares de framboeseiras remontantes Heritage, Alemãzinha e Fallgold. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014.

4.3.3 Variáveis produtivas

Com relação à distribuição da produção por planta ao longo do ciclo de colheita, no primeiro ciclo a produção se concentrou em sete quinzenas, entre os meses de abril a julho, enquanto que no segundo, compreendeu apenas quatro

quinzenas, de outubro a dezembro (Figura 6). No primeiro ciclo o pico de produção da cultivar Heritage ocorreu entre a primeira e a segunda quinzenas de maio, e para as cultivares Alemãzinha e Fallgold foi entre a primeira quinzena de maio e a primeira quinzena de junho. No segundo ciclo produtivo, as três cultivares (Alemãzinha, Heritage e Fallgold) tiveram maior produção na primeira quinzena de novembro. Yao e Rosen (2011) não observaram diferenças no pico produtivo para as cultivares Polana, Caroline, Autumn Bliss, Joan J e Autumn Britten. Contudo, nota-se que o pico produtivo das cultivares se concentra, principalmente, entre os meses de maio a junho e no início de novembro (correspondendo à novembro a dezembro e maio para o hemisfério Sul).

As cultivares apresentaram comportamento semelhante durante o primeiro período produtivo, sendo que na segunda quinzena de abril, a cultivar Fallgold obteve produção inferior às demais, e na primeira quinzena de maio 'Heritage' se destacou com relação à Fallgold e Alemãzinha. No segundo ciclo produtivo as cultivares diferiram apenas na primeira quinzena de dezembro, quando 'Alemãzinha' se destacou e diferiu das demais.

A distribuição da produção, bem como o pico produtivo de framboeseiras, pode sofrer forte influência de fatores climáticos, especialmente a ocorrência de temperaturas extremamente baixas ou altas durante o desenvolvimento vegetativo e produtivo das plantas (YOA e ROSEN, 2011).

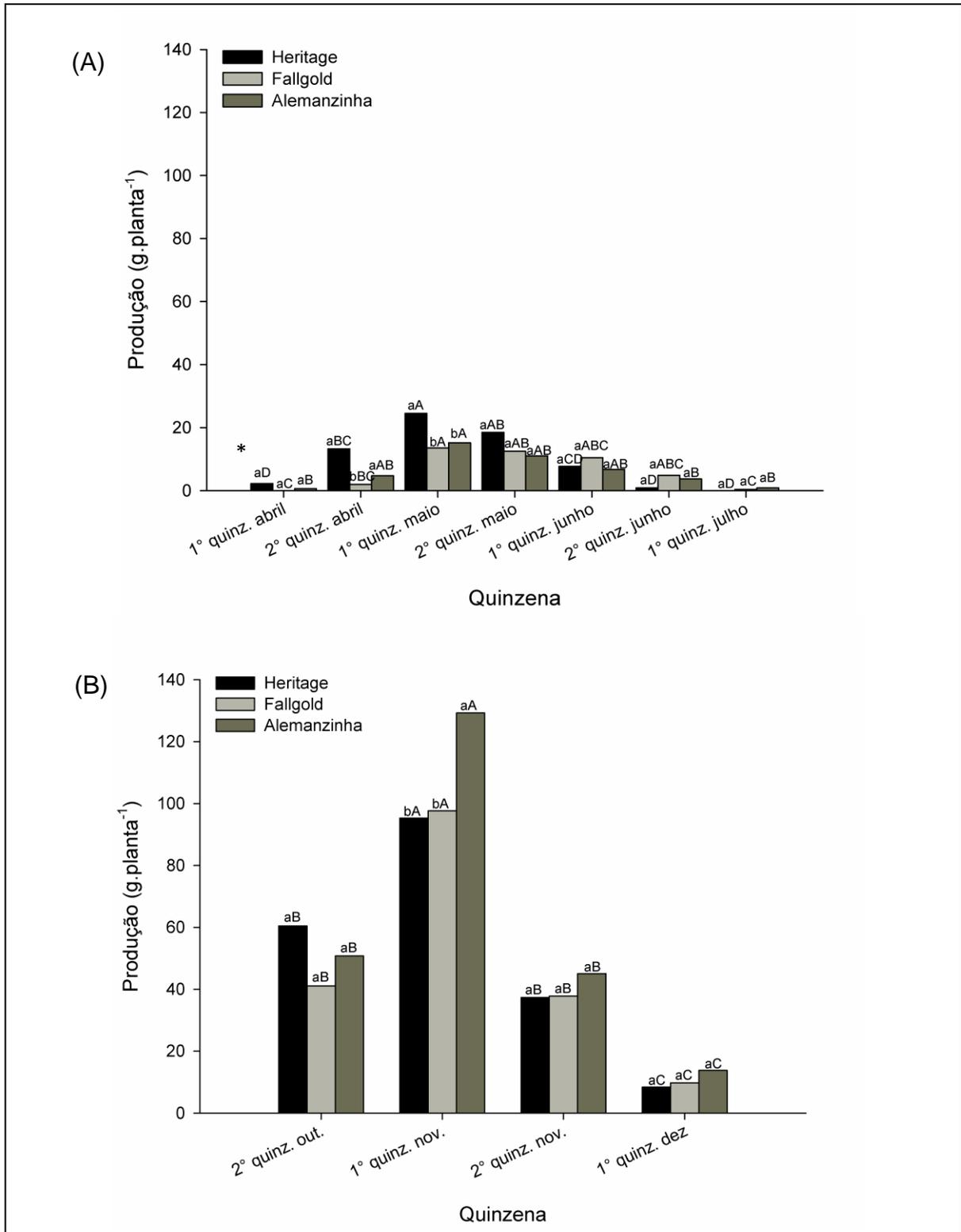


Figura 6 – Produção por planta (g.planta⁻¹) das cultivares de framboesiras remontantes Heritage, Alemãzinha e Fallgold, ao longo do primeiro (outono) (A) e segundo (primavera) (B) ciclos de produção, divididos em quinzenas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014.

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula para cultivar e maiúscula para datas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Em relação à produção acumulada das cultivares, no primeiro ciclo produtivo, a cultivar Heritage apresentou acréscimo da produção até a segunda quinzena de maio, estabilizando a partir deste ponto (Figura 7A). A cultivar Fallgold teve o incremento na produção até a primeira quinzena de junho, não havendo incremento significativo a partir deste momento. Já a cultivar Alemãzinha apresentou incrementos até meados de junho. Entre as cultivares, 'Heritage' teve maior acúmulo de produção do que Alemãzinha e Fallgold da segunda quinzena de maio até a segunda quinzena de junho, voltando a se igualar após esta data (Figura 7A).

No segundo ciclo produtivo, houve acúmulo significativo na produção, das cultivares Heritage e Fallgold, até a primeira quinzena de novembro, sendo que 'Alemãzinha' estabilizou a produção somente quinze dias depois, na segunda quinzena de novembro (Figura 7B). As cultivares que resultaram em maior produção acumulada foram Heritage e Alemãzinha, sendo que este aumento da produção foi significativo a partir da segunda quinzena de novembro para 'Heritage', e primeira quinzena de dezembro para 'Alemãzinha'.

Conforme se pode visualizar na Figura 7A e 7B, quando a produção ocorreu no outono, em gemas apicais, houve maior período de produção até a estabilização da mesma. Já na colheita primaveril, referente às gemas subapicais, ocorreu um acréscimo acelerado da produção no início do ciclo, seguido de uma estabilização da produção, apesar de esta ser maior do que no primeiro. Nota-se a maturação e mais uniforme e acelerada durante a primavera, o que evidencia possíveis efeitos climáticos, principalmente a ocorrência de temperaturas mais altas, sobre o processo de desenvolvimento e maturação das frutas de framboeseira.

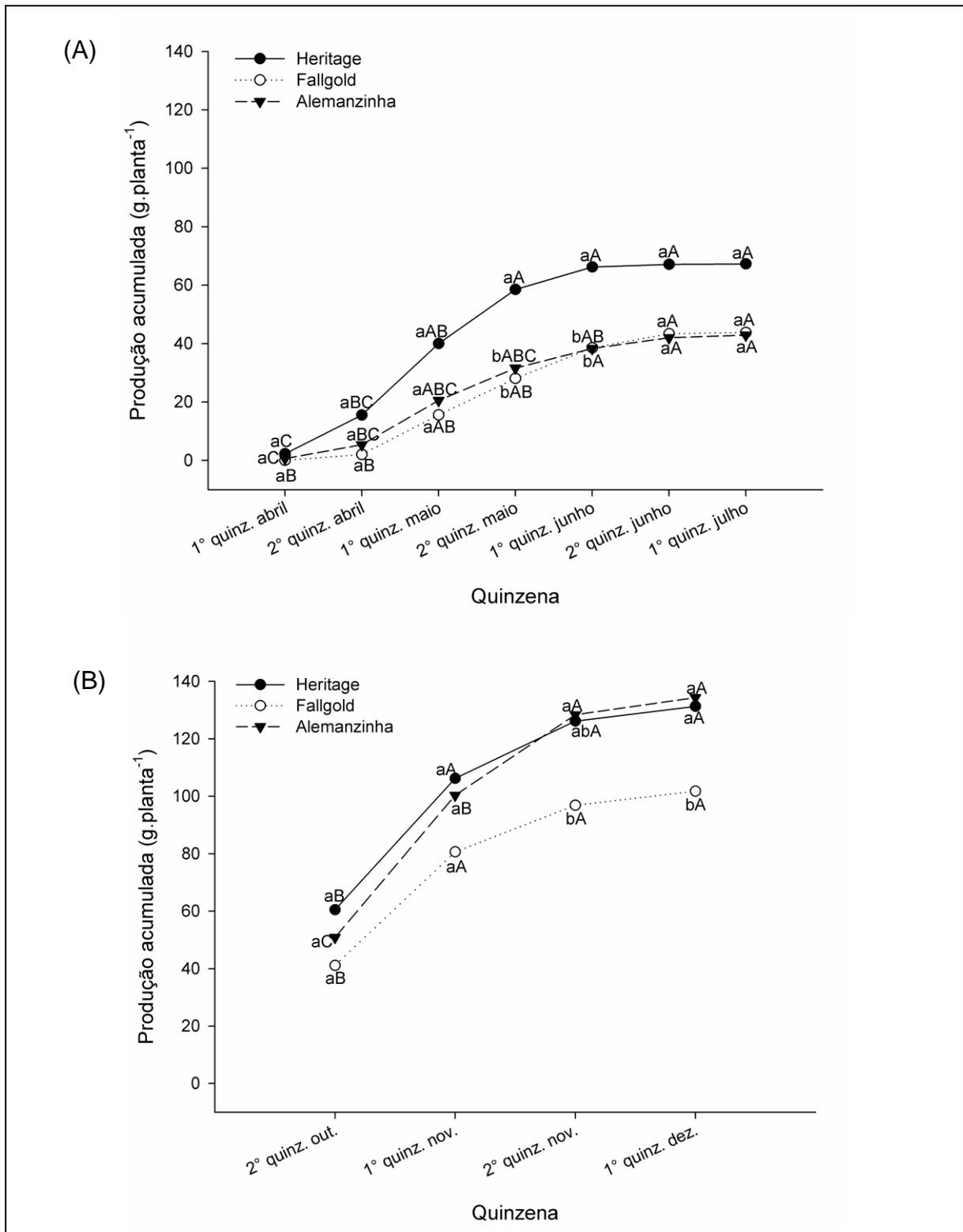


Figura 7 – Produção acumulada (g.planta⁻¹) das cultivares de framboeseiras remontantes Heritage, Alemãzinha e Fallgold, ao longo do primeiro (outono) (A) e segundo (primavera) (B) período de colheita, divididos em quinzenas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014.

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula para cultivar e maiúscula para datas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

A produção acumulada total do ciclo produtivo indica que, no primeiro ciclo as cultivares apresentaram produção semelhante, enquanto que no segundo ciclo, ‘Alemãzinha’ diferiu significativamente de ‘Fallgold’ (Figura 8). A baixa produção por planta no primeiro ciclo produtivo, representada pela diferença significativa para todas as cultivares (média de $51,3\text{g.planta}^{-1}$), comparativamente ao segundo ciclo ($208,98\text{g.planta}^{-1}$), se deve, parcialmente, ao longo período de estabelecimento da primeira estação de cultivo entre o plantio das mudas e a primeira floração (novembro de 2013 a março de 2014). Yao e Rosen (2011) também observaram produções significativamente inferiores no primeiro ciclo de cultivo de framboesas remontantes em Minesota, nos Estados Unidos da América.

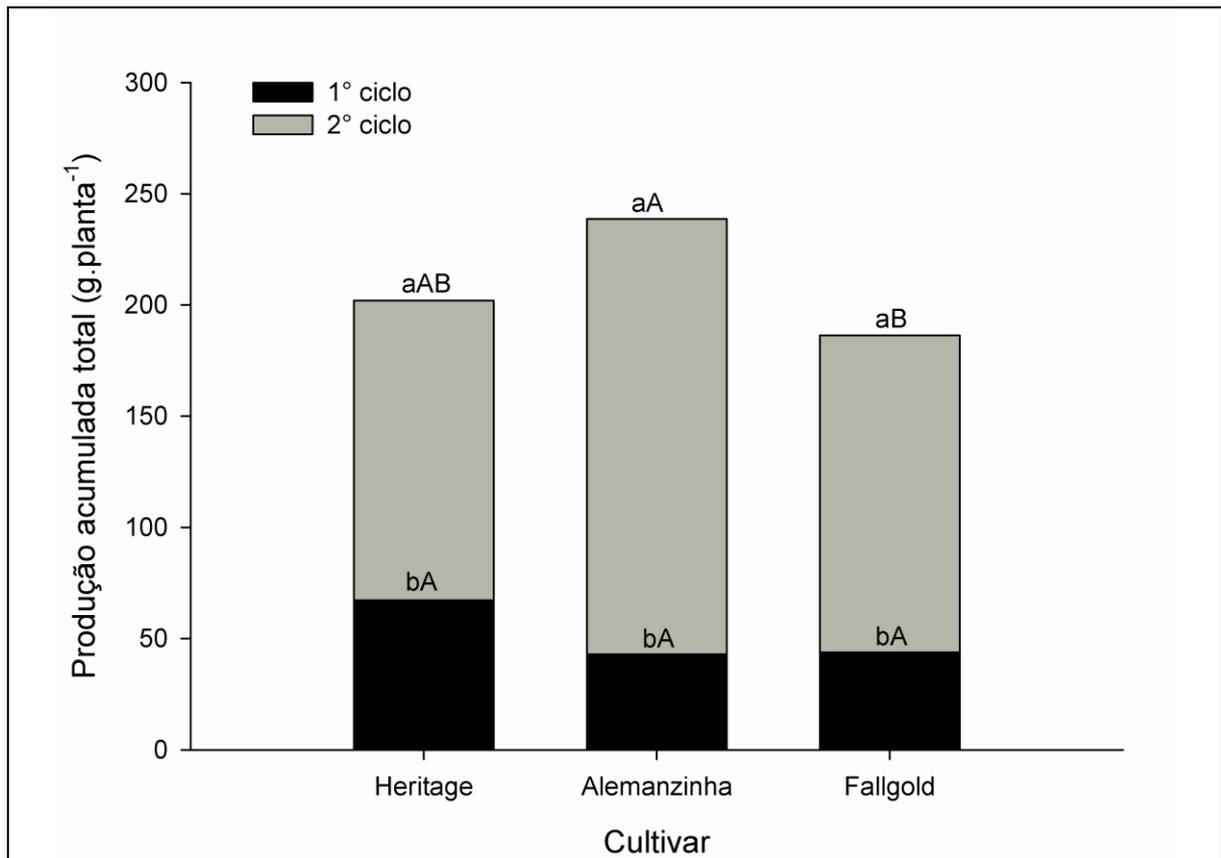


Figura 8 – Produção acumulada total (g.planta^{-1}) das cultivares de framboeseiras remontantes Heritage, Alemãzinha e Fallgold em dois ciclos produtivos no ano de cultivo de 2014. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014.

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula para ciclos produtivos e maiúscula para cultivar não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Um parâmetro de qualidade muito importante na produção de framboesas é o tamanho da fruta, que pode ser expresso pela massa da mesma (PARRA-

QUEZADA et al., 2007). Durante o primeiro ciclo, o sistema coberto foi favorável à massa média das frutas, sendo significativamente superior ao não coberto nas primeiras quinzenas de junho e julho (Figura 9B). O sistema coberto conferiu maior estabilidade na massa média das frutas, pois esta permaneceu estável até a última quinzena do primeiro ciclo (primeira quinzena de julho), quando sofreu redução significativa, enquanto que no sistema sem cobertura, frutas maiores foram obtidas na segunda quinzena de junho, sendo semelhante, apenas, à segunda quinzena de abril. Todas as cultivares sofreram redução apenas na última quinzena de colheita, as cultivares Alemãzinha e Fallgold apresentaram massa média de fruta semelhante durante todo o período de colheita, já 'Heirtage' foi significativamente inferior em todas, exceto na segunda quinzena de maio (Figura 9A).

A massa média de fruta não diferiu entre os sistemas, e diminuiu nas duas últimas quinzenas do segundo ciclo produtivo (meados de novembro a início de dezembro) (Figura 10B). Tratando-se de cultivares, todas apresentaram comportamento decrescente ao longo do ciclo produtivo. 'Alemãzinha' e 'Fallgold' foram superiores a 'Heritage' na segunda quinzena de outubro e primeira de novembro. Na segunda quinzena de novembro, 'Fallgold' diferiu somente de 'Heritage'; e na primeira quinzena de dezembro, 'Alemãzinha' foi superior a 'Fallgold' e 'Heritage' (Figura 10A).

A redução significativa da massa média de frutas ao final dos ciclos produtivos possivelmente seja devido ao fato de que, na framboeseira, a floração inicia-se no ápice da inflorescência, seguida das outras flores localizadas sucessivamente em direção a base, em raquis secundários (OLIVEIRA et al., 2007). Neste caso, a flor localizada no ápice da inflorescência, que se desenvolve e matura antecipadamente às sucessivas, apresenta maior tamanho, fato que explica a redução da massa média no final dos ciclos produtivos, pois as frutas que estavam sendo colhidos nos períodos finais foram os que amadureceram mais tardiamente, ou seja, que estavam localizados mais próximo a base e possuíam menor tamanho.

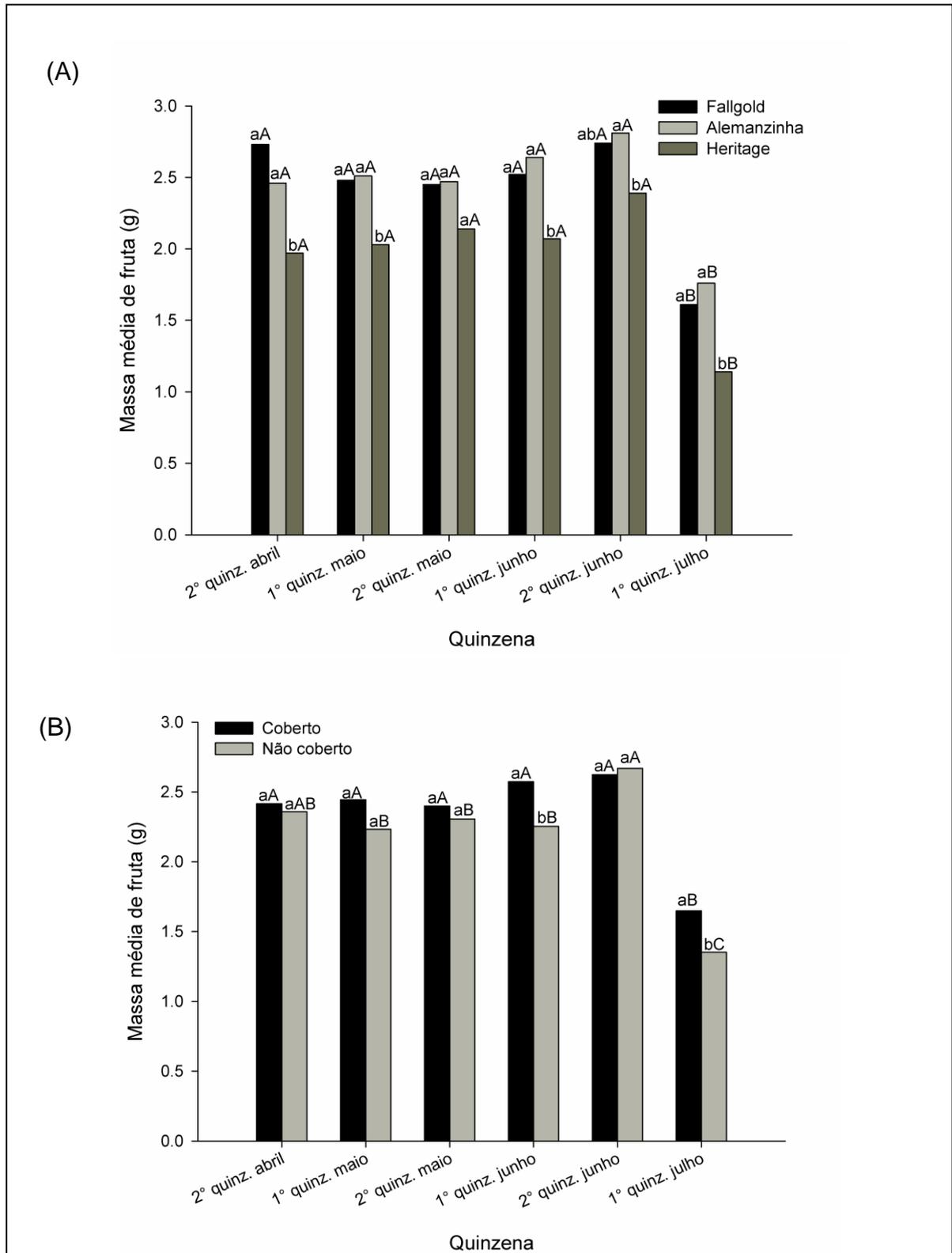


Figura 9 – Massa média de frutas (g) das cultivares de framboesiras remontantes Heritage, Alemãzinha e Fallgold (A) cultivadas com e sem cobertura plástica sobre o dossel das plantas (B) ao longo do primeiro ciclo produtivo de 2014, dividido em quinzenas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014.

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula para tratamento (coberto ou não coberto e cultivar, respectivamente para 9A e 9B), e maiúscula para datas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

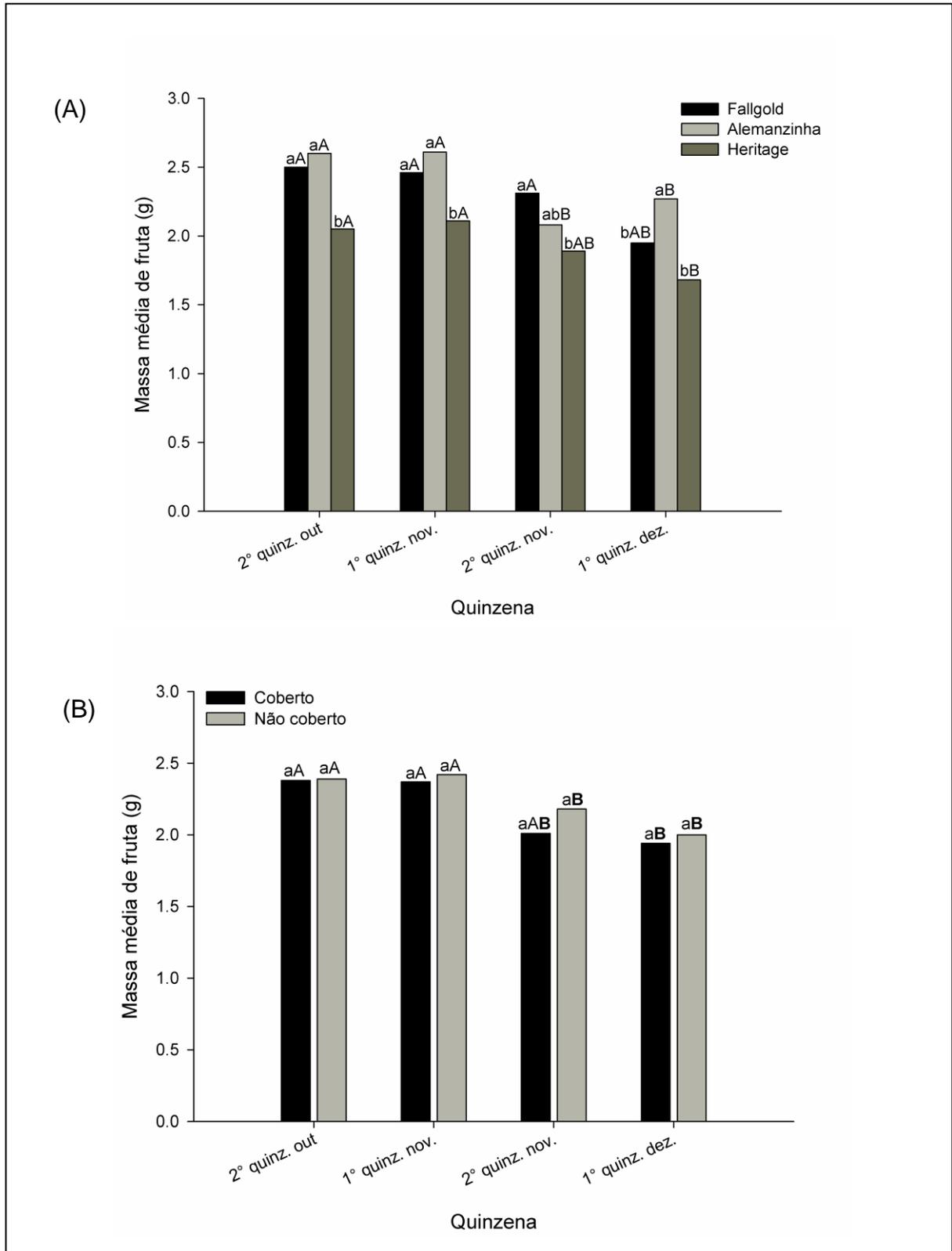


Figura 10 – Massa média de frutas (g) das cultivares de framboesiras remontantes Heritage, Alemãzinha e Fallgold (A) cultivadas com e sem cobertura plástica sobre o dossel das plantas (B) ao longo do segundo ciclo produtivo de 2014, dividido em quinzenas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014.

*Médias seguidas pela mesma letra minúscula para tratamento (coberto ou não coberto e cultivar, respectivamente para 9A e 9B), e maiúscula para datas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Com relação às variáveis produtivas, não houve interação entre os fatores cultivar e sistema de cultivo (com e sem cobertura plástica). Sendo assim, os fatores foram analisados separadamente.

Para os caracteres produtivos número de frutas e produção por planta, não foi constatada diferença significativa entre as cultivares e entre a utilização ou não de cobertura plástica no primeiro e segundo ciclo produtivo de 2014 (Tabela 1). Estes resultados demonstram que, nas condições do experimento, as cultivares tem comportamento produtivo semelhante, e que a cobertura plástica não implica em aumentos da produção, semelhante ao observado por Curi (2014) para a variável produção por planta, nas framboeseiras 'Batum' no Sul de Minas Gerais. Já Yao e Rosen (2011) observaram uma produção por planta 380% acima da média de plantas a campo, no Norte de Minesota, nos Estados Unidos da América (EUA), demonstrando que, em regiões muito frias, a utilização de túneis tem, claramente, potencial de aumentar a produção de framboesas remontantes, diferentemente do observado para regiões com menor incidência em frio, como Pelotas e o Sul de Minas Gerais.

Características produtivas de framboeseiras apresentam bastante distinção na literatura, demonstrando serem extremamente variáveis conforme as condições de cultivo. Nas condições do Oeste Paranaense, Maro et al. (2012) observaram diferenças entre o número e a produção de frutas, por planta, entre cultivares de framboesa, incluindo 'Heritage' e 'Fallgold', sendo que, os valores das mesmas foram, respectivamente, 20 frutas e 31,2g.planta⁻¹, e 38 frutas e 79g.planta⁻¹, inferiores aos observados no presente estudo (média de 22 frutas e 51,3g.planta no primeiro ciclo, e 93 frutas e 208,98g.fruta⁻¹ no segundo ciclo). Para as condições do Sul de Minas Gerais, os mesmos autores observaram diferenças significativas entre cultivares de *Rubus idaeus*, sendo os resultados consideravelmente superiores aos obtidos no presente estudo para Pelotas-RS, pois a cultivar Heritage produziu 290 frutas por planta e 574g.planta⁻¹ no ciclo produtivo 2010/2011; e 240 frutas por planta e 512,9g.planta⁻¹ no ciclo 2011/2012. Cabe ressaltar que, no presente estudo, as plantas foram conduzidas em vasos, enquanto que os autores conduziram as plantas no solo. Portanto, estas diferenças de produção podem ser devido à diferenças como idade das plantas e fertilidade do solo.

O diâmetro longitudinal de fruta diferiu significativamente para os fatores cultivar e sistema de cobertura no primeiro ciclo produtivo (Tabela 1). Com relação

às cultivares, frutas de 'Alemãzinha' e 'Fallgold', com 18,55mm e 18,07mm, não diferiram entre si e foram significativamente superiores a 'Heritage', que apresentou 17,39mm. Estes valores são semelhantes aos obtidos por Curi (2014) para a cultivar Batum, que apresentou 17,62mm, em média. O ambiente coberto demonstrou ser favorável ao diâmetro longitudinal das frutas, pois o valor de 18,46mm foi significativamente superior à 17,54 apresentado para frutas cultivadas sem cobertura plástica. O diâmetro transversal foi diferente apenas entre cultivares, sendo que 'Alemãzinha' diferiu apenas de 'Heritage'. Já no segundo ciclo, observa-se maior homogeneidade entre os tratamentos no que se refere ao diâmetro longitudinal, pois este foi semelhante entre cultivares e também entre sistema coberto e não coberto. O diâmetro transversal diferiu somente entre cultivares no segundo ciclo, sendo que 'Alemãzinha' apresentou maior valor (17,85mm) e diferiu significativamente de 'Fallgold' e 'Heritage' (16,68mm e 16,57mm, respectivamente) (Tabela 1).

A massa média de fruta sofreu efeito de cultivar e de cobertura somente no primeiro ciclo produtivo (Tabela 1). As cultivares Alemãzinha e Fallgold apresentaram maior massa média (2,55g e 2,49g, respectivamente) do que 'Heritage' (2,05g). O sistema coberto também favoreceu a massa média de frutas no primeiro ciclo produtivo, pois o valor de 2,46g apresentado para frutas em sistema coberto foi superior ao valor de 2,27g obtido para frutas em sistema não coberto, concordando com Curi (2014), que constatou aumento da massa média de fruta em sistema coberto para a cultivar Batum. Hanson et al. (2011), obtiveram framboesas 'Heirtage' com 2,2g em cultivo protegido e 1,6g em cultivo a campo, resultados, também, inferiores aos obtidos neste estudo.

No segundo ciclo produtivo não houve efeito de cultivar ou cobertura sobre a variável massa média, sendo que os valores variaram de 2,01 a 2,41g (Tabela 1).

Darnell et al. (2006) observaram valores de 1,6g a 1,7g para frutas da cultivar Heritage, ambos valores inferiores aos obtidos no presente estudo, que foram de 2,01g a 2,05g para a mesma cultivar. Curi (2014) obteve massa média superiores aos obtidos no presente estudo para a cultivar Batum, que variaram de 2,86g a 3,0g, bem como Yao e Rosen (2011), que alcançaram valores de 3,8g a campo e 4,4g sob túnel alto para as cultivares Autumn Bliss, Autumn Britten, Caroline, Joan J. e Polana. Já Parra-Quezada et al. (2007) encontraram valores semelhantes aos do presente estudo, que variam de 1,5g até 3,6g para as cultivares Malling e Autumn Bliss, e Parra-Quezada et al. (2008) obtiveram de 2,6g a 3,6g para a cultivar Autumn

Bliss, o que demonstra grande variação entre a massa média de cultivares de framboeseira.

Considerando que o tamanho médio das frutas é um parâmetro de qualidade importante, os resultados indicam que os valores obtidos para as cultivares de framboeseira produzidas em Pelotas-RS podem ser considerados aceitáveis para o mercado nacional e internacional.

Tabela 1 – Número de frutas por planta; Produção (g.planta⁻¹); Diâmetro longitudinal (mm) e vertical (mm); e Massa média de fruta (g) nas cultivares de framboesiras remontantes Alemãzinha, Fallgold e Heritage, cultivadas com e sem cobertura plástica sobre o dossel das plantas, em dois ciclos de colheita. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014.

Tratamento	Nº frutas por planta	Produção (g.planta ⁻¹)	Diâmetro longitudinal (mm)	Diâmetro transversal (mm)	Massa média de fruta (g)
1º Ciclo					
Cultivar					
Alemãzinha	17,12 ^{ns**}	42,85 ^{ns}	18,55 a*	15,83 a	2,55 a
Fallgold	17,47	43,72	18,07 a	15,29 ab	2,49 a
Heritage	32,29	67,23	17,39 b	14,60 b	2,05 b
Sistema					
Coberto	21,85 ^{ns}	52,12 ^{ns}	18,46 a	15,37 a	2,46 a
Não coberto	22,74	50,42	17,54 b	15,11 a	2,27 b
C.V. (%)	55,15	53,04	2,73	4,42	7,20
2º Ciclo					
Cultivar					
Alemãzinha	103,06 ^{ns**}	238,95 ^{ns}	20,80 ^{ns}	17,85 a*	2,39 ^{ns}
Fallgold	77,12	201,64	20,69	16,68 b	2,41
Heritage	100,22	186,35	20,07	16,57 b	2,01
Sistema					
Coberto	93,52 ^{ns}	200,95 ^{ns}	20,57 ^{ns}	16,96 ^{ns}	2,21 ^{ns}
Não coberto	93,42	217,00	20,47	17,10	2,34
C.V. (%)	26,87	19,93	3,39	5,18	9,39

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Médias não diferiram significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.3.4 Variáveis vegetativas

Considerando que não houve interação entre os fatores cultivar e sistema de cobertura (com e sem cobertura), foram analisados os efeitos isolados (Tabela 2).

Com relação ao comprimento médio de hastes, a cultivar Heritage se destacou (86,94cm no primeiro ciclo e 89,06cm no segundo), diferindo significativamente apenas de 'Fallgold' (69,14cm no primeiro e 72,86cm no segundo ciclo produtivo), em ambos os ciclos produtivos. Estes resultados corroboram com o obtido por Maro et al. (2012), que verificaram 84,5cm para a cultivar Heritage. A cobertura plástica não obteve efeito significativo no comprimento de hastes com relação ao dossel sem cobertura (Tabela 2). Da mesma forma, Curi (2014) não observou efeito da cobertura plástica sob o comprimento de hastes de framboeseira em Lavras-MG, obtendo valores de 71,45cm a 92,83cm, os quais se assemelham

aos obtidos no presente estudo. O comprimento de hastes observado em Pelotas foi superior ao obtido por Parra-Quezada et al. (2008), que identificaram hastes de 50,00cm para 'Autumn Bliss' em Chihuahua, no México.

Tratando-se do diâmetro médio de hastes, este parâmetro apresentou diferença significativa apenas para o fator cobertura no primeiro ciclo, onde constatou-se que o cultivo a campo proporcionou hastes com maior vigor (7,16mm) do que o sistema coberto (6,41mm) (Tabela 2). Estes valores são superiores aos observados por Curi (2014), que destacou 6,6mm para a cultivar Batum.

No primeiro ciclo, a cultivar Heritage apresentou, maior área foliar, diferindo de Fallgold. Já no segundo ciclo, não se observou tal diferença, tampouco houve efeito do uso de cobertura plástica sobre esta variável (Tabela 2). A massa seca de poda não diferiu entre os fatores durante os dois ciclos produtivos. Os valores variaram de 20,69g.planta⁻¹ a 29,97g.planta⁻¹ (Tabela 2).

Tabela 2 – Comprimento médio de hastes (cm); Diâmetro médio de hastes (mm); Área foliar (cm²); e Massa seca de poda (g.planta⁻¹) nas cultivares de framboeseiras remontantes Alemãzinha, Fallgold e Heritage, cultivadas com e sem cobertura plástica sobre o dossel das plantas, em dois ciclos de colheita. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2014.

Tratamento	Comprimento médio de haste (cm)	Diâmetro médio de hastes (mm)	Área foliar (cm ²)	Massa seca da poda (g.planta ⁻¹)
1° Ciclo				
Cultivar				
Alemãzinha	75,00 ab*	6,68 ^{ns}	2349,37 ab	29,97 ^{ns}
Fallgold	69,14 b	6,62	1486,37 b	20,69
Heritage	86,94 a	6,99	2949,37 a	28,53
Sistema				
Coberto	73,83 ^{ns**}	6,41 b	2527,00 ^{ns}	25,27 ^{ns}
Não coberto	81,23	7,16 a	1996,42	27,52
C.V. (%)	13,36	7,93	34,68	26,14
2° Ciclo				
Cultivar				
Alemãzinha	81,5 ab*	6,49 ^{ns}	7258,92 ^{ns}	25,75 ^{ns}
Fallgold	72,86 b	7,14	7210,15	21,5
Heritage	89,06 a	6,98	7671,15	29,75
Sistema				
Coberto	83,58 ^{ns**}	7,07 ^{ns}	7613,69 ^{ns}	29,75 ^{ns}
Não coberto	79,23	6,63	7149,39	21,58
C.V. (%)	14,11	9,60	15,33	42,09

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Médias não diferiram significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.4 Conclusão

O uso de cobertura plástica não influencia no aumento da temperatura quando alta, exceto a 20cm da base da planta; reduz a radiação solar incidente; e aumenta a umidade relativa do ar.

As cultivares de framboeseiras remontantes Alemãzinha, Heritage e Fallgold se adaptam às condições de cultivo de Pelotas-RS e produzem frutas com tamanho comercialmente aceitável (diâmetro longitudinal e massa média).

A cobertura plástica sobre o dossel das plantas não apresenta efeito significativo sobre aspectos produtivo. Contudo, prolonga a colheita no ciclo de primavera e melhora o tamanho das frutas (diâmetro longitudinal e massa média).

As maiores produções são obtidas no ciclo de colheita da primavera.

4.5 Referências bibliográficas

ANTUNES, L. E. C.; GONÇALVES, E. D.; RISTOW, N. C.; CARPENEDO, S.; TREVISAN, R. Fenologia, produção e qualidade de frutos de mirtilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.8, p.1011-1015, 2008.

ANTUNES, L. E. C.; GONÇALVES, E. D.; TREVISAN, R. Fenologia e produção de cultivares de amoreira-preta em sistema agroecológico. **Revista Ciência Rural**, v. 40, n. 9, p.1929-1933, 2010.

CARDOSO, L. S.; BERGAMASCHI, H.; COMIRAN, F.; CHAVARRIA, G.; MARODIN, G. A. B.; DALMAGO, G. A.; SANTOS, H. P. dos; MANDELLI, F. Alterações micrometeorológicas em vinhedos pelo uso de coberturas de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.4, p.441-447, 2008.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. dos; SÔNEGO, O. R.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S. Incidência de doenças e necessidade de controle em cultivo protegido de videira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.29, n.3, p.477-482, 2007.

COCCO, C.; FERREIRA, L. V.; GONÇALVES, M. A.; PICOLOTTO, L.; ANTUNES, L. E. C. Strawberry yield submitted to different root pruning intensities of transplants. **Revista Brasileira de Fruticultura**, comunicação científica, v.34, n.4, p.1284-1288, 2012.

CURI, P. N. **Enraizamento de estacas, cobertura plástica e densidade de plantio na produção e qualidade das frutas da framboeseira 'Batum'**. 2014, 96 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, 2014.

DARNELL, R. L.; BRUNNER, B.; ALVARADO, H. E.; WILLIAMSON, J. G.; PLAZA, M.; NEGRÓN, E. Annual, off-season raspberry production in warm season climates. **HortTechnology**, v.16, n.1, p. 92-97, 2006.

DEMCHAK, K. Small fruit production in high tunnels. **HortTechnology**, v. 19, n.1, p. 44-49, 2009.

FAGHERAZZI, A. F.; COCCO, C.; ANTUNES, L. E. C.; SOUZA, J. A. de. La fragolicultura brasiliana guarta avanti. **Tecnica Sepeciale Fragola**, n.6, p.20-24, 2014.

FARIAS, J. R. B.; BERGAMASCHI, F.; MARTINS, S. R.; BERLATO, M. A. Efeito da cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.1, p.31-36, 1993.

GALINDO-REYES, M. A.; GONZÁLEZ-HERNÁNDEZ, V. A.; LÓPEZ-JIMÉNEZ, A.; SÁNCHEZ-GARCÍA, P.; SOTO-HERNÁNDEZ, R. M.; MURATALLA-LÚA, A. Concentración y acumulación de N, P y K em frambuesa roja (*Rubus idaeus* L.) manejada a dos cosechas anuales. **Terra Latinoamericana**, v.29, n.2, p.143-151, 2011.

HANSON, E.; WEIHE, M. V.; SCHILDER, A. C.; CHANON, A. M.; SCHEERENS, J. C. High tunnel and open field production of floricanes - and primocanes – fruiting raspberry cultivars. **HortTechnology**, v. 21, n.4, p.412-418, 2011.

MARO, L. A. C.; PIO, R.; SILVA, T. C.; PATTO, L. S. Ciclo de produção de cultivares de framboeseiras (*Rubus idaeus*) submetidas à poda drástica nas condições do Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.2, p.435-441, 2012.

MOURA, P. H. A.; CAMPAGNOLO, M. A.; PIO, R.; CURI, P. N.; ASSIS, C. N. de; SILVA, T. C. Fenologia e produção de cultivares de framboeseiras em regiões subtropicais no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.12, p.1714-1721, 2012.

OLIVERIA, P. B. et al. A planta de framboesa: morfologia e fisiologia. **Folhas de Divulgação Agro**, São Paulo, v. 556, n.1, 0.1-36, nov. 2007.

PARRA-QUEZADA, R. Á.; GUERRERO-PRIETO, V. M.; ARREOLA-AVILA, J. G. Efecto de fecha y tipo de poda em frambuesa roja 'Malling autumn bliss'. **Revista Chapingo**. Serie Horticultura. Mexico: Universidad Autónoma Chapingo, v.13, n.2, p.201-206, 2007.

PARRA-QUEZADA, R. Á.; RAMÍREZ-LEGARRETA, M. R.; JACOBO-CUELLAR, J. L.; ARREOLA-AVILA, J. G. Fenología de la frambuesa 'Autumn Bliss' em Guerrero, Chihuahua, México. **Revista Chapingo**. Serie Horticultura. Mexico: Universidad Autónoma Chapingo, v.14, n.1, p. 91-96, 2008.

PINHEIRO, G. M.; AMORIM, M., da C.; T. Uma contribuição ao estudo da temperatura e da umidade relativa do ar em Euclides da Cunha Paulista/SP. **Geografia em Atos**, n.7, v.2, p. 58-70, 2007.

RASEIRA, M. C. do. B.; GONÇALVES, E. D. G.; TREVISAN, R.; ANTUNES, L. E. C. **Aspectos técnicos da cultura da framboeseira**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 22p. (Documentos, 120).

REISSER JÚNIOR, C. **Alterações físicas em ambientes de estufa plástica e seus efeitos sobre as condições hídricas e o crescimento do tomateiro**. 2002. 162p. Tese (Doutor em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

SURYA, M. I.; RAHMAN, W. Flowering and fruiting phenology of Rubus spp. In Cibodas Botanical Garden, Indonesia. **Agrivita**, v.34, n.2, p. 193-197, 2012.

YAO, S.; ROSEN, C. J. Primocane-fruiting raspberry production in high tunnels in a cold region of the upper Midwestern United States. **HortTechnology**, v. 21, n.4, p.429-434, 2011.

5 Capítulo III

Físico-química, compostos bioativos e atividade antioxidante em framboesas provenientes de cultivo com e sem cobertura plástica

5.1 Introdução

Os seres humanos são expostos, diariamente, a uma série de agentes oxidantes, ou radicais livres, que são as moléculas orgânicas e inorgânicas e os átomos que contém um ou mais elétrons não pareados com existência independente, sendo altamente instáveis e se multiplicam em cascata (BIANCHI e ANTUNES, 1999; HALLIWEL, 1994). A presença destes radicais é crítica para a manutenção de muitas funções fisiológicas normais, pois podem causar danos às biomoléculas como lipídeos, proteínas e ácidos nucleicos, e também estão ligados a um grande número de patologias, incluindo doenças cardiovasculares, alguns tipos de câncer, dislipidemia, hepatopatias, declínio do sistema imune, disfunções cerebrais e envelhecimento celular (AABY et al., 2012; PEREIRA e CARDOSO, 2012).

Para bloquear o efeito danoso dos agentes oxidantes, cita-se os agentes antioxidantes, que constituem um conjunto heterogêneo de substâncias formado por vitaminas, minerais, pigmentos naturais e outros compostos vegetais e enzima, que podem ser de fonte exógena ou endógena (PEREIRA e CARDOSO, 2012). Os agente exógenos são adquiridos por meio da ingestão alimentar, que está associada, principalmente, ao consumo de frutas e verduras. Desta forma, a identificação de fontes vegetais com alta capacidade antioxidante, seja esta derivada de compostos fenólicos e/ou vitaminas, é de extrema importância (CHEEL et al., 2007).

A framboeseira, juntamente com a amora-preta e outras pequenas frutas, é uma excelente fonte de antioxidantes naturais, razão pela qual a fruta vem sendo incluída na dieta alimentar de parte da população (BOWEN-FORBES et al., 2010), sendo consumida na forma *in natura* ou processada de diversas maneiras, incluindo doces, geleias, tortas e iogurtes. A sua notável qualidade nutricional está relacionada com os altos teores de antocianinas, flavonoides, ácidos fenólicos, ácido elágico, vitaminas C e E, ácido fólico e β -sistoterol (BOWEN-FORBES et al., 2010), e acredita-se que o seu consumo possa aumentar a resistência contra diversas doenças (GÜNDÜZ e ÖZDEMİR, 2014).

Devido a tais fatos, estudos têm focado na determinação dos conteúdos de nutrientes e fitoquímicos em frutas do gênero *Rubus* como a amoreira-preta e a framboeseira (ANCOS et al., 1999; BOWEN-FORBES, 2010; GOLMOHAMADI et al., 2013; HARSHMAN et al., 2014; KRÜGER et al., 2011; LIU et al., 2006; SARIBURUN et al., 2010; WANG e LIN et al., 2000;). Estes estudos têm mostrado que fatores bióticos e abióticos desempenham um importante papel na sintetização de metabólitos secundários, que incluem compostos fenólicos e atividade antioxidante das frutas, e muitos deles são voltados a avaliar a influência do ambiente, do genótipo e sistemas de cultivo (ANCOS et al., 1999; CURI et al., 2014; DOSSETT et al., 2008; KRÜGER et al., 2011;).

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar as características físico-químicas e os compostos bioativos em frutas de cultivares de framboeseiras produzidas em Pelotas-RS, com e sem cobertura plástica sobre o dossel das plantas.

5.2 Material e métodos

5.2.1 O experimento no campo

O experimento foi conduzido no período de outubro a dezembro de 2014, em área experimental pertencente à Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, localizada na região Sul do Rio Grande do Sul, sob latitude de 31° 46' 19" S, e longitude 52° 20'33" W e altitude de 60 metros.

As cultivares de framboeseira utilizadas no experimento foram 'Alemãzinha' e 'Heritage', produtoras de frutas de coloração vermelha, e 'Fallgold', que produz frutas amarelas (Figura 1), todas com hábito de crescimento remontante.

As plantas foram cultivadas em vasos preenchidos com 475g de argila expandida na base e o seu volume foi completado com substrato comercial, com e sem cultivo protegido. O espaçamento adotado foi de 0,3m entre plantas e 1,5m entre linhas. O sistema de irrigação adotado foi por gotejamento, com uma fita de gotejo em cada linha de cultivo, com gotejadores espaçados a cada 0,15m.

Sob os tratamento com cobertura plástica, foram construídos túneis de aproximadamente 2,0m de altura, cobertos com polietileno de baixa densidade (PEBD) transparente com 100 µm de espessura.

Foram aplicados 28g de adubo comercial de liberação lenta (Osmocote Plus 15-9-12) por vaso, a cada 120 dias. O sistema de irrigação foi acionado a cada um ou dois dias, indiferente da ocorrência de precipitações pluviométricas. As plantas foram monitoradas diariamente, e as aplicações de fungicidas, inseticidas e acaricidas foram efetuadas sempre que necessário, além da retirada de folhas doentes. Bem como para as plantas sem cobertura plástica.

As framboesas analisadas no presente estudo são referentes ao ciclo produtivo de primavera de cultivares remontantes. Foram colhidas em cumbucas plásticas, no período da manhã, quando atingiram completa coloração vermelha ('Heritage' e 'Alemãzinha') ou amarela ('Fallgold').

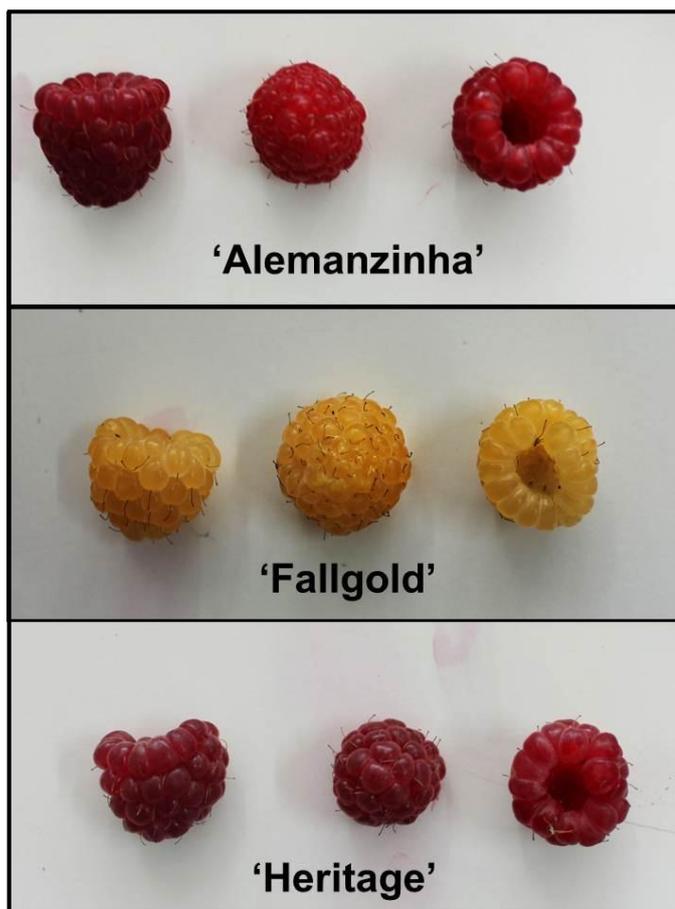


Figura 1 – Framboesas 'Alemãzinha', 'Fallgold' e 'Heritage'. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Fonte: MARCHI, 2014.

5.2.2 Avaliações em laboratório

Todas as avaliações de físico-químicas e de compostos bioativos foram desenvolvidas no Núcleo de Alimentos da Embrapa Clima Temperado. Após colhidas, as framboesas foram levadas ao Laboratório, onde foram selecionadas quanto ao grau de maturação. Para a realização das análises físico-químicas, frutas produzidas durante o pico de colheita foram avaliadas *in natura*. Já para as avaliações de compostos bioativos, as frutas foram selecionadas e congeladas logo após a colheita. Ao final do ciclo produtivo, as frutas colhidas e congeladas foram agrupadas em primeira, segunda e terceira quinzena de colheita.

As frutas foram avaliadas quanto aos seguintes parâmetros:

- **Sólidos Solúveis (SS)**: determinado por refratometria, com um refratômetro de mesa Shimadzu, com correção de temperatura para 20°C, utilizando-se uma gota de suco puro, expressando-se o resultado em °Brix;

- **Potencial hidrogeniônico (pH):** o pH do suco foi medido com um pHmetro digital com correção automática de temperatura;
- **Acidez Titulável (AT):** a acidez titulável foi determinada por método potenciométrico, utilizado pHmetro digital. Uma amostra de 10mL de suco foi diluído em 90mL de água deionizada em um béquer, seguido de titulação com solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N até atingir pH 8,1, sendo o valor expresso em porcentagem de ácido cítrico (%);
- **Relação SS/AT:** a relação SS/AT foi calculada através da razão entre o teor de sólidos solúveis e a acidez titulável determinados para as diferentes cultivares;
- **Antocianinas:** empregou-se o método adaptado de Fuleki e Francis (1968). 5g de amostra foram homogeneizadas em ultra-turrax com 15ml de solvente (85:15 95% etanol para 1.5 N HCl) até atingir consistência uniforme. Após maceração, as amostras foram centrifugadas por quinze minutos a 25,000 RPM. Foi utilizado 0,5ml do sobrenadante e adicionado 4,5ml do solvente extrator. A leitura foi realizada em espectrofotômetro, utilizando cubeta de quartzo a uma absorvância de 535nm. Cianidina-3-glicosídeo foi usado como padrão para a curva de calibração. Os resultados foram expressos em µg de equivalente cianidina-3-glicosídeo por 100g de amostra;
- **Compostos fenólicos totais:** o método empregado foi adaptado de Swain e Hillis (1959). Foram homogeneizadas 5g de amostra com 20ml de solvente (metanol). Após 15 minutos de centrifugação a 25,000 RPM, coletou-se 250µL de sobrenadante. Foram adicionados à amostra 4ml de água destilada e 250µL de Folin-Ciocalteau (0,25N). Depois de agitada, a amostra ficou em repouso por três minutos para que ocorresse a reação. Após, foram adicionados 0,5ml de 1N Na₂CO₃, seguido de agitação e repouso por duas horas. A absorvância foi medida em espectrofotômetro utilizando cubeta de quartzo a 725nm. O ácido clorogênico foi utilizado como um padrão para a curva de calibração. A quantidade de compostos fenólicos totais foi calculada e expressa em mg de ácido clorogênico por 100g de amostra.;
- **Atividade antioxidante:** empregou-se o método adaptado de Brand-Williams et al. (1995), utilizando o radical estável 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH). O DPPH foi diluído (de uma solução concentrada) em metanol até uma absorvância de 1,1±0,02UA a 515nm. Foram homogeneizadas 5g de amostra com 20mL de solvente (metanol). As amostras foram centrifugadas a 25,000 RPM por quinze minutos.

Foram utilizados 200 μ L de sobrenadante. Foram acrescentados à amostra 3,8ml do reagente diluído DPPH. Depois de agitada, a amostra ficou reagindo por 24 horas no escuro com os tubos tampados e em temperatura ambiente. A absorbância foi medida em espectrofotômetro utilizando uma cubeta de quartzo no comprimento de onda de 515nm. Trolox foi usado como padrão para a curva de calibração e os resultados foram expressos em μ g de equivalente trolox por 100g de amostra.

5.2.3 Delineamento experimental e análise estatística

Para as variáveis físico-químicas, os tratamentos consistiram da combinação dos fatores cultivar (Alemãzinha, Heritage e Fallgold), sistema (coberto e não coberto), em um delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 3:2.

Para as variáveis fitoquímicas, os tratamentos consistiram dos fatores cultivar (Alemãzinha, Heritage e Fallgold), sistema (coberto e não coberto) e época de colheita (primeira, segunda e terceira quinzena de colheita). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 3:2:3.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade de erro.

5.3 Resultados e discussão

5.3.1 Variáveis físico-químicas

Não houve interação entre os fatores cultivar e sistema de cultivo (com e sem cobertura plástica). Sendo assim, os fatores foram avaliados isoladamente (Tabela 1).

A acidez titulável é um parâmetro que está relacionado com o estágio de maturação das frutas, sendo menor quanto mais madura estiverem (SOUZA et al., 2007). As cultivares diferiram quanto à acidez titulável (Tabela 1). 'Heritage' foi a cultivar que apresentou menor acidez, apenas 1,92% de ácido cítrico, diferindo significativamente de 'Fallgold' e 'Alemãzinha', com 2,14 e 2,10% de ácido cítrico, respectivamente. A cobertura plástica não teve efeito sobre a acidez, semelhante ao constatado por Curi et al., (2014), que não observou efeito de cobertura plástica sobre o dossel da cultivar Batum no Sul de Minas Gerais. Amoras-pretas cultivadas

sobre túnel alto e a campo também não apresentaram valores diferente de acidez titulável (THOMPSON et al., 2009), bem como bagas de uvas cultivadas em diferentes tipos de cultivo protegido, na safra de 2007 (COLOMBO et al., 2011). Tais resultados demonstram que o uso da cobertura plástica não altera facilmente a acidez das frutas, sendo este um fator intrínseco, principalmente, relacionado ao genótipo.

Moura et al. (2012) encontraram valores que vão de 1,6 a 2,5% de ácido cítrico em cultivares de framboeseira produtoras de frutas vermelhas cultivadas no Oeste Paranaense, incluindo a cultivar Heritage, que apresentou 2,5% de ácido cítrico no referido trabalho, resultado este superior ao observado neste estudo. Os mesmos autores observaram que no Sul de Minas Gerais as frutas apresentam menor acidez, variando de 1,2 a 1,9% de ácido cítrico, demonstrando que o ambiente tem forte influência sobre essa característica da framboesa. Harshman et al. (2014) avaliaram framboesiras do gênero *Rubus*, produtoras de frutas de diferentes colorações, e verificaram valores inferiores aos do presente estudo, encontrando-se na faixa de 1,26 a 1,48% de ácido cítrico, sendo que espécies *Rubus* com frutas vermelhas apresentam maior nível de acidez titulável, seguida de amarela, púrpura e negra. Contudo, no presente estudo, verificou-se maior acidez em 'Fallgold' do que 'Heritage', o que demonstra que nem sempre este fato se confirma, sendo relativo ao genótipo dentro de uma mesma espécie, não sendo precisamente influenciado por sua coloração.

Nota-se que fatores como as condições de cultivo inerentes às diferentes regiões geográficas de produção, e o genótipo utilizado, influenciam e alteram a expressão da variável acidez titulável em framboesas.

O teor de sólidos solúveis é um parâmetro extremamente importante na qualidade das frutas, pois é um indicativo da quantidade de açúcares existentes nas mesmas (KLUGE et al., 2002). A concentração de sólidos solúveis foi estatisticamente igual para as cultivares, variando de 6,32°Brix para 'Alemãzinha' a 6,77°Brix para Heritage (Tabela 1). Estes valores são superiores ao obtido por Moura et al. (2012), que verificaram 6,1°Brix em framboesas 'Heritage' produzidas no Oeste Paranaense, porém no Sul de Minas Gerais o valor foi mais alto para a mesma cultivar (7,2°Brix). Darnell et al. (2006) também constataram valores mais altos para framboesas 'Tulameen' e 'Heritage' produzidas em diferentes locais, com

valores 9,8°Brix em framboesas 'Heritage' produzidas em Porto Rico, e 13,1°Brix para as produzidas na Flórida.

O sistema com cobertura plástica favoreceu o aumento de sólidos solúveis nas frutas (6,72°Brix), diferindo significativamente do sistema não coberto (6,36°Brix). Estes resultados concordam com Curi et al. (2015), que verificaram aumento no teor de sólidos solúveis em framboesas 'Batum' cultivadas com cobertura plástica sobre o dossel das plantas. Hernandez et al. (2013) e Yamamoto et al., (2011), trabalhando com videira também obtiveram maior quantidade de sólidos solúveis em bagas de uvas produzidas sob cobertura plástica. Sendo assim, os resultados obtidos para o teor de sólidos solúveis no presente estudo são favoráveis, principalmente quando as plantas são cultivadas com cobertura plástica sobre o dossel. A cobertura plástica implica em menor radiação fotossinteticamente ativa, o que pode atrasar o processo de maturação das frutas, fazendo com que a esta permaneça mais tempo ligada à planta mãe, e, conseqüentemente, acumule mais açúcares.

A relação SS/AT é um parâmetro de qualidade muito importante, pois expressa o sabor da fruta, ou seja, o equilíbrio entre a acidez e os açúcares. Portanto, uma alta relação SS/AT indica melhor equilíbrio de sabor. No presente estudo, esta proporção não sofreu interferência da cobertura plástica, sendo diferente apenas para o fator cultivar, pois 'Heritage' apresentou maior relação SS/AT, com relação de 3,54, enquanto 'Fallgold' e 'Alemãzinha' apresentaram apenas 3,05 e 3,01, respectivamente (Tabela 1). Corroborando, Harshman et al. (2014) observaram diferentes valores de relação SS/AT entre espécies do gênero *Rubus* de diferentes colorações (amarela, vermelha, púrpura e negra). As diferenças de relação SS/AT verificadas entre as cultivares, no presente estudo, foram influenciadas pela acidez titulável, uma vez que o teor de sólidos solúveis nas frutas não foi significativamente diferente.

A variável pH não sofreu efeito dos fatores cultivar e sistema de cultivo, sendo que o valor médio para os tratamentos foi de 2,98 (Tabela 1). Os valores verificados no presente estudo são maiores que o constatado por Antonioli et al., (2011), que obtiveram pH de 2,70 em framboesa 'Heritage', porém se diferenciam do observado por Ancos et al. (1999), que obtiveram pH superior, com valor de 3,85 para a mesma cultivar.

A qualidade das frutas, expressa especialmente por parâmetros como o teor de sólidos solúveis, a acidez titulável, a relação SS/AT e o pH em framboesas, está fortemente relacionada com diversos aspectos, como os fatores climáticos, o sistema de cultivo e o ponto de colheita. Além destes aspectos, há, também, características inerentes a cada genótipo.

Tabela 1 – Acidez titulável (% de ácido cítrico), sólidos solúveis (°Brix), Relação SS/At e pH de frutas de cultivares de framboeseira (*Rubus idaeus*) em sistema coberto e não coberto em diferentes épocas de colheita. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Tratamento	Acidez Titulável (% de ácido cítrico)	Sólidos Solúveis (°Brix)	Relação SS/AT	pH
Cultivar				
Heritage	1,92 b*	6,77 ^{ns}	3,54 a	2,98 ^{ns}
Fallgold	2,14 a	6,51	3,05 b	2,99
Alemãzinha	2,10 a	6,32	3,01 b	2,98
Cobertura sobre o dossel das plantas				
Coberto	2,08 ^{ns**}	6,72 a	3,25 ^{ns}	2,96 ^{ns}
Não coberto	2,03	6,36 b	3,15	3,00
C.V. (%)	5,59	1,45	5,92	8,74

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

**Não significativo pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

5.3.2 Compostos bioativos

Para as variáveis de compostos bioativos, houve interação entre os fatores cultivar e época de colheita, e sistema e época de colheita. Sendo assim, os níveis dos fatores em que ocorreu diferença significativa foram comparados entre si.

Os compostos fenólicos formam um grupo bastante presente na alimentação diária da população, influenciando no sabor, odor e coloração das frutas e vegetais (VIZZOTTO et al., 2010). Quanto às cultivares, as produtoras de framboesas vermelhas ('Heritage' e 'Alemãzinha') se destacaram nas três épocas de colheita para a sintetização de fenólicos, com valores de 421,62 a 458,77mg de ácido clorogênico.100g⁻¹ para 'Heritage', e 440,75 a 476,6177mg de ácido clorogênico.100g⁻¹ para 'Alemãzinha', sendo significativamente superiores à 'Fallgold', que produz frutas amarelas e apresentou valores de 367,95 a 421,2977mg de ácido clorogênico.100g⁻¹ (Tabela 2). Resultados semelhantes foram observados

por Liu et al. (2002), Sariburun et al. (2010) e Krüger et al. (2011), que observaram diferentes níveis de composto fenólicos em cultivares de framboesas.

Conforme visualiza-se na Tabela 2, as framboesas de todas as cultivares sintetizaram mais compostos fenólicos no final do ciclo produtivo (terceira quinzena), sendo que a 'Alemãzinha' não diferiu do pico de produção (segunda quinzena) e a 'Heritage' não diferiu do início da produção (primeira quinzena).

De forma geral, com maiores concentrações de compostos fenólicos, se destacam em framboesas das cultivares Heritage e Alemãzinha, ambas de coloração vermelha e produzidas no final do ciclo produtivo, ou seja, na última quinzena de colheita. Considerando que os metabólitos secundários são sintetizados para auxiliar na defesa e proteção contra estresses bióticos e abióticos (TAIZ E ZEIGER, 2013), a maior concentração de compostos fenólicos no final do ciclo de produção se deve especialmente, à ocorrência de dias mais longos e temperaturas mais elevadas no final do ciclo pela proximidade do verão, que ocorre entre meados de dezembro a março no Hemisfério Sul.

Referente à utilização da cobertura plástica sobre o dossel das plantas, esta demonstrou comportamento superior apenas na terceira quinzena, em que diferiu dos tratamentos sem cobertura plástica (Tabela 2). Frutas produzidas sob cobertura plástica obtiveram mais compostos fenólicos no final do ciclo produtivo (terceira quinzena), diferindo das demais épocas. Já o sistema coberto demonstrou homogeneidade, não apresentando influência sobre a variável durante o ciclo produtivo. Os compostos fenólicos são produzidos como estímulo para proteção da plantas frente aos raios UV (VIZZOTTO et al., 2010; TAIZ E ZEIGER, 2013). Sendo assim, apesar de a cobertura reduzir a incidência de raios UV, o aumento do comprimento dos dias e da temperatura que ocorre próximo ao verão causaram estresse na planta, aumentando, assim, a síntese de compostos fenólicos.

Tabela 2 – Compostos fenólicos (mg de ácido clorogênico.100g⁻¹) de frutas de cultivares de framboeseira (*Rubus idaeus*) em sistema coberto e não coberto em diferentes épocas de colheita (final de outubro a início de dezembro). Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Tratamento	Compostos fenólicos (mg de ácido clorogênico.100g ⁻¹)		
	1° Quinzena	2° Quinzena	3° Quinzena
Cultivar			
Heritage	432,95 aAB*	421,62 aB	458,77 aA
Fallgold	367,95 bB	378,92 bB	421,29 bA
Alemãzinha	440,75 aB	451,96 aAB	476,61 aA
Cobertura sobre o dossel das plantas			
Coberto	417,05 aB	407,22 aB	466,42 aA
Não coberto	410,72 aA	427,78 aA	438,02 bA
C.V. (%)	6,61		

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As cultivares produtoras de frutas vermelhas ('Heritage' e 'Alemãzinha') apresentaram maior concentração de antocianinas do que a de cor amarela ('Fallgold') em todas as épocas de colheita (Tabela 3). Os valores foram significativamente superiores, pois a média de 'Heritage' foi 180,25mg cianidina-3-glicosídeo.100g⁻¹, a média de 'Alemanizinha' foi 176,67mg.100g⁻¹, enquanto que a média de 'Fallgold' foi de apenas 35,33mg.100g⁻¹. O valor significativamente inferior da cultivar Fallgold ocorre pois as antocianinas são pigmentos que colorem frutos em uma faixa que varia entre o vermelho e o azul (TAIZ E ZEIGER, 2013). Portanto, a presença de compostos fenólicos e atividade antioxidante das framboesas amarelas 'Fallgold' não está relacionada com a concentração de antocianinas, uma vez que esta é quase ausente em frutas da cultivar.

Bowen-Forbes et al. (2010) também observaram estas diferenças em framboesas de diferentes colorações, sendo que a cultivar Heritage apresentou 314mg.100⁻¹, enquanto que a cultivar Golden, que produz frutas amarelas, não detectou presença de antocianinas.

Trabalhos mais antigos que avaliaram o perfil de antocianinas em framboesas, como o realizado por Ancos et al. (1999), mostraram teores consideravelmente inferiores aos reportados no presente estudo para as cultivares de frutas vermelhas ('Alemãzinha' e 'Heritage'), com valores de 31,13mg.100g⁻¹ para a cultivar Autumn Bliss e 35,91mg.100g⁻¹ para 'Heritage'. Da mesma forma,

Pantelidis et al. (2007) observaram um conteúdo de 48mg.100g⁻¹ para a cultivar Heritage e 18,5mg.100g⁻¹ para 'Fallgold'. De fato, os valores verificados no presente estudos são altos, se comparados aos estudos mais antigos, chegando de três a quase seis vezes mais para cultivares vermelhas, e quase o dobro para a cultivar Fallgold.

Durante as épocas de colheita, a cultivar Heritage obteve maior concentração de antocianinas no pico de colheita, que ocorreu na segunda quinzena, diferindo somente da primeira quinzena (Tabela 3). As cultivares Fallgold e Alemãzinha não demonstraram diferenças significativas na concentração de antocianinas entre as épocas de colheita ao longo do ciclo produtivo.

Com relação ao uso da cobertura plástica sobre o dossel das plantas, esta proporcionou menor concentração de antocianinas na primeira época de colheita, com relação ao ambiente externo, não influenciou no pico de colheita, e foi benéfico na última quinzena (Tabela 3). A cobertura plástica teve efeito no aumento de antocianinas nas frutas no pico e no final da colheita, diferindo significativamente da primeira colheita. No ambiente não coberto, a maior síntese de antocianinas acontece na primeira e segunda épocas de colheita. THOMPSON et al. (2009) não obtiveram diferenças no teor de antocianinas de amoras-pretas cultivadas em túnel alto e a campo.

Realizando-se uma análise de valores reportados para antocianinas em pequenas frutas, observa-se que a framboesa apresenta grande potencial. Morangos de diferentes cultivares, cultivados em estufa, apresentam teores que variam de 21 a 56mg.100g⁻¹ (CALVETE et al., 2008). Frutas de diferentes cultivares de mirtilheiros possuem teores semelhantes aos obtidos para framboesas no presente estudo, com valores na faixa de 116mg.100g⁻¹ a 224g.100g⁻¹ (YOU et al., 2011). Contudo, a amoreira preta se destaca em relação às demais, com valor médio de 380,3mg.100g⁻¹ de amostra em diferentes cultivares (GUEDES et al., 2014).

Tabela 3 – Concentração de Antocianinas (mg cianidina-3-glicosídeo.100g⁻¹) de frutas de cultivares de framboeseira (*Rubus idaeus*) em sistema coberto e não coberto em diferentes épocas de colheita (final de outubro a início de dezembro). Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Tratamento	Antocianinas (mg cianidina-3-glicosídeo.100g ⁻¹)		
	1° Quinzena	2° Quinzena	3° Quinzena
Cultivar			
Heritage	156,42 aB*	207,82 aA	176,52 aAB
Fallgold	32,20 bA	46,70 bA	27,10 bA
Alemãzinha	167,42 aA	182,38 aA	180,20 aA
Cobertura sobre o dossel das plantas			
Coberto	104,89 bB	141,34 aA	140,24 aA
Não coberto	132,74 aAB	149,93 aA	115,71 bB
C.V. (%)		20,35	

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Estudos revelam que frutas do gênero *Rubus* possuem elevada atividade antioxidante, em função do alto conteúdo de antocianinas, polifenóis e ácido ascórbico presentes nas frutas (KRÜGER et al., 2011; VIZZOTTO et al., 2012). No presente estudo, as cultivares diferiram quanto à atividade antioxidante ao longo do ciclo de colheita (Tabela 4). Na primeira quinzena, ‘Heritage’ e ‘Alemãzinha’ apresentaram maior atividade antioxidante do que ‘Fallgold’. Na segunda quinzena, ‘Alemãzinha’ foi superior e diferiu significativamente de ‘Fallgold’, e na terceira quinzena, ‘Heritage’ foi superior e diferiu apenas de ‘Fallgold’ (Tabela 4).

Diversos trabalhos encontrados na literatura fazem referência à diferenças existentes quanto à presença de atividade antioxidante em framboesas de diferentes cultivares e colorações (HARSHMAN et al., 2014; KRÜGER et al., 2011; SARIBURUN et al., 2010; WANG e LIN, 2010;), evidenciando a importância em detalhar melhor este parâmetro em genótipos com potencial, considerando a relevância que a presença de atividade antioxidante apresenta frente às exigências do consumidor.

A cultivar Heritage apresentou maior atividade antioxidante de frutas colhidas no final do ciclo, sendo que frutas colhidas no pico de colheita foram inferiores. Já as cultivares Fallgold e Alemãzinha não diferiram quanto à atividade antioxidante durante o ciclo produtivo (Tabela 4).

O uso da cobertura plástica sobre o dossel das plantas foi benéfico somente no final da colheita, na última quinzena, em que diferiu significativamente das frutas colhidas em plantas descobertas. O sistema coberto apresentou destaque na atividade antioxidante de frutas colhidas no final do ciclo, e apresentou resultado inferior no pico de colheita. Já o sistema não coberto não diferiu entre as épocas de colheita (Tabela 4).

Tabela 4 – Atividade Antioxidante (mg eq.Trolox.100g⁻¹) de frutas de cultivares de framboeseira (*Rubus idaeus*) em sistema coberto e não coberto em diferentes épocas de colheita (final de outubro a início de dezembro). Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

Tratamento	Atividade Antioxidante (µg eq.Trolox.g ⁻¹)		
	1° Quinzena	2° Quinzena	3° Quinzena
Cultivar			
Heritage	7042,39 aAB*	6219,72 abB	7087,77 aA
Fallgold	5849,52 bA	5755,46 bA	6260,56 bA
Alemãzinha	7233,69 aA	6975,06 aA	7032,62 abA
Cobertura sobre o dossel das plantas			
Coberto	6684,63 aAB	6075,43 aB	7154,56 aA
Não coberto	6732,02 aA	6558,06 aA	6432,74 bA
C.V. (%)		10,38	

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna ou maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Houve boa correlação entre o conteúdo de compostos fenólicos e atividade antioxidante em framboesas vermelhas e amarelas (Figura 2A), o que corrobora com Yao e Lin (2000), que obtiveram alta correlação entre estas duas variáveis em framboesas. Já Vizzotto et al. (2012), não verificaram uma boa correlação em amoras-pretas, e assumem que a correlação entre compostos fenólicos e atividade antioxidante ainda é bastante controversa, pois em algumas frutas e hortaliças se estabelece facilmente uma boa correlação ente estas duas variáveis, e em outros casos, a correlação é muito pequena. Os autores explicam, ainda, que existem vários outros fitoquímicos, como antocianinas e vitaminas, que influenciam na atividade antioxidante.

Apesar de as framboesas avaliadas no presente estudo, com exceção da 'Fallgold' (framboesa amarela), apresentarem quantidades consideráveis de antocianinas em sua composição fitoquímica, a correlação linear entre a atividade

antioxidante e as antocianinas não foi alta (Figura 2B), ressaltando que a atividade antioxidante em framboesas não está fortemente relacionada com o teor de antocianinas, e sim com outros compostos bioativos. Outro fator fortemente relacionado com estas variáveis é o ponto de maturação, pois as antocianinas são pigmentos responsáveis pela coloração avermelhada das framboesas. Neste sentido, Yao e Lin (2000), verificaram que framboesas verdes apresentam baixa correlação entre antocianinas e atividade antioxidante, enquanto que framboesas maduras demonstraram alta correlação.

Os altos níveis de compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante demonstrados neste estudo, são consistentes para associar o consumo, principalmente de framboesas vermelhas, com benefícios à saúde humana.

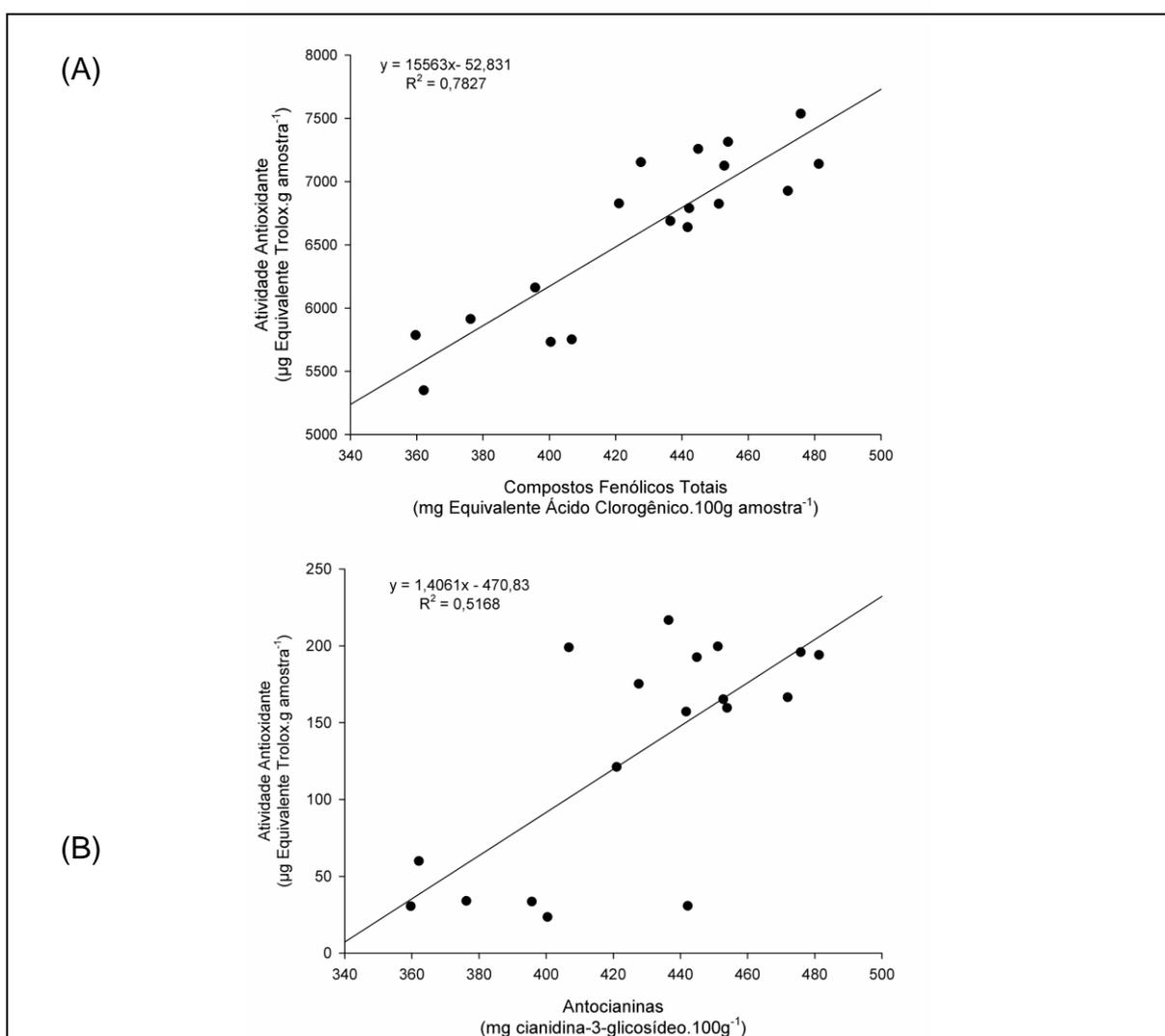


Figura 2 – Correlação entre compostos fenólicos totais e atividade antioxidante (A) e relação entre compostos fenólicos totais e antocianinas (B) em framboesas. Embrapa Clima Temperado, Pelotas-RS, 2015.

5.4 Conclusão

Framboesas 'Heritage' possuem menor acidez titulável e maior relação SS/AT.

Framboesas 'Alemãzinha' e 'Heritage' apresentam maiores concentrações de compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante.

Os teores de compostos fenólicos são mais altos em framboesas colhidas no final do ciclo; antocianinas são maiores em framboesas 'Heritage' no pico de colheita; e a atividade antioxidante é mais alta em framboesas colhidas no início e no final do ciclo produtivo.

A cobertura plástica aumenta o teor de compostos fenólicos, atividade antioxidante e antocianinas no final do ciclo produtivo.

Framboesas apresentam boa correlação entre compostos fenólicos e atividade antioxidante.

A cultivar Heritage, cultivada com cobertura plástica sobre o dossel das plantas se destaca no que se refere à qualidade das frutas.

5.5 Referências bibliográficas

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

ANCOS, B. de; GONZALES, E.; CANO, M. P. Differentiation of raspberry varieties according to anthocyanin composition. **Lebensm Unters Forsch**, v.208, s.n., p.33-38, 1999.

ANTONIOLLI, L. R.; SILVA, G. A. da; ALVES, S. A. M.; MORO, L. Controle alternativo de podridões pós-colheita de framboesas. **Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n.9, p.979-984, 2011.

BIANCHI, M. de L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, v.12, n.2, p.123-130, 1999.

BOWEN-FORBES, C. S.; ZHANG, Y.; NAIR, M. G. Anthocyanin content, antioxidant, anti-inflammatory and anticancer properties of blackberry and raspberry fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.23, s.n., p.554-560, 2010.

BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M. E.; BERSET, C. Use of a Free Radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensmittel-Wissenschaft&Technologie**, v.28, p.25-30, 1995.

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

CHEEL, J.; THEODOLUZ, C.; RODRÍGUEZ, J. A.; CALIGARI, P. D. S.; SCHMEDA-HIRSCHMANN, G. Free radical scavenging activity and phenolic content in achenes and thalamus from *Fragaria chiloensis* spp, *F. vesca* and *F. x ananassa* cv. Chandler. **Food chemistry**, v.102, n.1, p.36-44, 2007.

COLOMBO, L. A.; ROBERTO, S. R.; TESSMANN, D. J.; GENTA, W.; SATO, A. J.; ASSIS, A. M. de. Características físico-químicas e produtivas da videira 'BRS-Clara' sob cultivo protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.33, n.3, p.798-808, 2011.

CURI, P. N.; PIO, R.; MOURA, P. H. A.; LIMA, L. C. O.; VALLE, M. H. R. do. Qualidade de framboesas sem cobertura ou cobertas sobre o dossel e em diferentes espaçamentos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, n.1, p.199-205, 2014.

DARNELL, R. L.; BRUNNER, B.; ALVARADO, H. E.; WILLIAMSON, J. G.; PLAZA, M.; NEGRÓN, E. Annual, off-season raspberry production in warm season climates. **HortTechnology**, v. 16, n. 1, 2006.

DOSSET, M.; LEE, J.; FINN, C. E. Inheritance of phenological, vegetative, and fruit chemistry traits in black raspberry. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 133, n.3, p.408-417, 2008.

FULEKI, T.; FRANCIS, F. J. Quantitative methods for anthocyanins 1. Extraction and determination of total anthocyanin in cranberries. **Journal of Food Science**, v.33, p.72-77, 1968.

GOLMOHAMADI, A.; MÖLLER, G.; POWERS, J.; NINDO, C. Effect of ultrasound frequency on antioxidant activity, total phenolic and anthocyanin content of red raspberry puree. **Ultrasonics Sonochemistry**, v.20, s.n., p.1316-1323, 2013.

GUEDES, M. N. S.; MARO, L. A. C.; ABREU, C. M. P. de, PIO, R.; PATTO, L. S. Composição química, compostos bioativos e dissimilaridade genética entre cultivares de amoreira (*Rubus* spp.) cultivadas no Sul de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n.1, p.206-213, 2014.

GÜNDÜZ, K.; ÖZDEMİR, E. The effects of genotype and growing conditions on antioxidant capacity, phenolic compounds, organic acid and individual sugars of strawberry. **Food Chemistry**, v.155, s.n., p.298-303, 2014.

HALLIWELL, B. Free radicals and antioxidants: a personal view. **Nutrition Reviews**, v.52, n.8, p.253-265, 1994.

HARSHMAN, J. M.; JURICK II, W. M.; LEWERS, K. S.; WANG, S. Y.; WALSH, C. S. Resistance to *Botrytis cinerea* and quality characteristics during storage of raspberry genotypes. **HortScience**, v.49, n.3, p.311-319, 2014.

HERNANDES, J. L. et al. Comportamento produtivo da videira 'Niagara rosada' em diferentes sistemas de condução, com e sem cobertura plástica, durante as safras de inverno e verão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, n.1, p.123-130, 2013.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós colheita de frutas de clima temperado**. Campinas, 214 p., 2002.

KRÜGER, E.; DIETRICH, H.; SCHÖPPLEIN, E.; RASIM, S.; KÜRBEL, P. Cultivar, storage conditions and ripening effects on physical and chemical qualities of red raspberry fruit. **Postharvest Biology and Technology**, v.60, s.n., p.31-37, 2011.

LIU,.; LI, X. Q.; WEBER, C.; LEE, C. Y.; BROWN, J.; LIU, R. H. Antioxidant and antiproliferative activities of raspberries. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v. 50, n.10, p.2926-2930, 2002.

MOURA, P. H. A.; CAMPAGNOLO, M. A.; PIO, R.; CURI, P. N.; ASSIS, C. N. de; SILVA, T. C. Fenologia e produção de cultivares de framboesiras em regiões subtropicais no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, n.12, p.1714-1721, 2012.

OLIVEIRA, P. B. de.; FONSECA, L. L. da. Framboesa: tecnologias de produção. **Folhas de divulgação Agro**, v. 556, n.3., 2007.

PANTELIDIS, G. E.; VASILAKAKIS, M.; MANGANARIS, G. A.; DIAMANTIDIS, Gr. Antioxidant capacity, phenol, anthocyanin and ascorbic acid contents in raspberries, blackberries, red currants, gooseberry and Cornelian cherries. **Food Chemistry**, v.102, s.n., p.777-783, 2007.

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

SOUZA, M. B. et al. Framboesa - qualidade pós-colheita. **Folhas de divulgação agro**, v.556 n.6, 2007.

SUBIRUBIN, E.; SAHIN, S.; DEMIR, C.; TÜRK BEN, C.; UYLASER, V. Phenolic content and antioxidant activity of raspberry and blackberry cultivars. **Journal of Food Science**, v.75, n.4, p.328-335, 2010.

SWAIN, T.; HILLIS, W. T. The phenolic constituents of *Prunus domestica*. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.10, p.135-144, 1959.

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

THOMPSON, E.; STRICK, B. C.; FINN, A. E.; ZHAO, Y.; CLARK, J. R. High tunnel versus open field: management of primocane-fruiting blackberry using pruning and tipping to increase yield and extend the fruiting season. **HortScience**, v.44, n.6, p.1581-1587, 2009.

VIZZOTTO, M.; KROLOW, A. C.; WEBER, G. E. B. **Metabólitos secundários encontrados em plantas e sua importância**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010, 16p. (Embrapa Clima Temperado. Documento, 316).

VIZZOTTO, M.; RASEIRA, M. do C. B.; PEREIRA, M. C.; FETTER, M. da R. Teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante em diferentes genótipos de amoreira-preta (*Rubus* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.3, p.853-858, 2012.

WANG, S. Y.; LIN, H. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry and strawberry varies with cultivar and developmental stage. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.48, n.2, p.140-146, 2000.

YAMAMOTO, L. Y. et al. Evolução da maturação da uva 'BRS Clara' sob cultivo protegido durante a safra fora de época. **Revista Bragantia**, v.70, n.4, p.825-831, 2011.

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

6. Considerações finais

É possível afirmar que a produção de mudas de framboeseira através da utilização de brotações caulinares é uma técnica inovadora, e que apresenta bons resultados para a maioria das cultivares estudadas. Destaca-se pela qualidade das mudas obtidas, bem como o baixo custo de execução. Apesar de ter demonstrado eficiência para a maioria das cultivares, observou-se grande discrepância entre os genótipos, o que evidencia a necessidade e demanda de estudos que sigam esta linha, caracterizando demais genótipos quanto ao seu potencial propagativo via brotações caulinares, e que identifiquem possíveis melhorias e aperfeiçoamento da técnica.

No que se refere à caracterização das cultivares, todas apresentaram bom potencial produtivo para a região de Pelotas-RS, com dois ciclos de colheita (outono e primavera), destacando-se, com maior produção acumulada, o ciclo de primavera. Este aspecto sugere que a melhor prática de poda a ser aplicada em framboeseiras remontantes em Pelotas é a poda de desponte, em que as gemas subapicais permanecem e são responsáveis pela produção primaveril.

A utilização de cobertura plástica sobre o dossel não apresentou efeito significativo sobre aspectos produtivo das cultivares. Contudo, teve efeito sobre a fenologia, estendendo a colheita no segundo ciclo produtivo, o ciclo de primavera. Este fato demonstra uma certa demora para que o efeito da cobertura se pronuncie. Apesar de o estudo envolver dois ciclos de cultivo, acredita-se que no segundo ano o efeito da cobertura plástica tenha ainda maior expressão sobre parâmetros fenológicos e produtivos de framboeseiras.

Tratando-se de aspectos de qualidade, framboesas de coloração vermelha ('Heritage' e 'Alemãzinha') apresentam maiores concentrações de antocianina, compostos fenólicos e atividade antioxidante do que a framboesa amarela ('Falgold'). Com relação ao sistema, obteve-se frutas de maior tamanho, maior teor

de sólidos solúveis e conteúdos mais altos de antocianinas, atividade antioxidante e compostos fenólicos totais em framboesas cultivadas com cobertura plástica sobre o dossel. Fica, portanto, evidente que a cobertura plástica gera um microclima que favorece aspectos nutricionais e de qualidade de framboesas.

Sendo assim, é possível recomendar a produção de framboeseiras na região Sul do Rio Grande do Sul, com destaque para a utilização de cultivares remontantes, produtoras de frutas vermelhas, como a Heritage e Alemãzinha, conduzidas com cobertura plástica sobre o dossel das plantas. A recomendação deste tipo de cultivar e sistema, é devido ao fato de que cultivares remontantes propiciam duas produções no ano, em estações diferentes, escalonando a colheita; frutas vermelhas são mais atrativas esteticamente, produtivas e de melhor aspecto nutricional; e o sistema de cultivo coberto, apesar de não causar grandes incrementos em produção, contribui no aspecto fitossanitário das plantas e frutas, pois é menos favorável à incidência de pragas e doenças, além de melhorar qualidade das frutas.

Acredita-se que este estudo venha a impulsionar demais pesquisas acerca do cultivo da framboeseira. Os pontos que foram abordados, como produção de mudas, adaptação de cultivares e utilização de cobertura plástica comprovam o potencial da cultura para a região. Trata-se de uma ótima opção para diversificação de pequenas propriedades, uma vez que se encaixa no perfil da agricultura familiar. Devido a sazonalidade da produção, surge como uma janela para a comercialização em períodos de escassez de pequenas frutas; e as características atrativas, o alto valor nutricional e a versatilidade de comercialização da fruta despertam o interesse de consumidores e facilitam o escoamento da produção.

Uma série de estudos que podem ser executados surgem com grandes possibilidades para tornar o cultivo da framboeseira efetivo. Destacam-se estudos de viabilidade econômica, para verificar a lucratividade do cultivo e dos sistemas testados. Desta maneira, seria possível validar ou não o cultivo na região, considerando os investimentos e os preços envolvendo as possibilidades de comercialização. Além disso, pesquisas abordando o comportamento da planta também são interessantes, principalmente estudos básicos sobre a interação e possíveis influências entre aspectos climáticos e fisiológicos.

Visando dar mais segurança aos resultados obtidos no presente estudo, sugere-se que estudos sejam feitos testando o potencial propagativo, produtivo e a

qualidade de frutas de demais genótipos de framboeseiras, e que a avaliação da utilização do cultivo protegido seja feita nas próximas safras, aumentando o número de dados e a confiabilidade das informações.