



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS ERECHIM
CURSO DE MESTRADO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TÉCNOLOGIA AMBIENTAL - PPGCTA

JULIANO GALINA

PRODUÇÃO E POTENCIAL NUTRACÊUTICO EM CULTIVARES DE
FRAMBOESEIRA

ERECHIM

2022

JULIANO GALINA

**PRODUÇÃO E POTENCIAL NUTRACÊUTICO EM CULTIVARES DE
FRAMBOESEIRA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciências e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Clevison Luiz Giacobbo

Coorientadores:

Prof.^a Dra. Margarete Dulce Bagatini – UFFS/CH

Prof. Dr. Jorge Luís Mattias – UFFS/CH

ERECHIM

2022

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Galina, Juliano

Produção e potencial nutracêutico em cultivares de framboesa / Juliano Galina. -- 2022.

56 f.:il.

Orientador: Dr Clevison Luiz Giacobbo

Coorientadores: Dra Margarete Dulce Bagatini , Dr Jorge Luís Mattias

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Erechim,RS, 2022.

1. Rubus idaeus L, Pequenos Frutos, Fenologia, Citotoxicidade, Biologia.. I. Giacobbo, Clevison Luiz, orient. II. , Margarete Dulce Bagatini, co-orient. III. , Jorge Luís Mattias, co-orient. IV. Universidade Federal da Fronteira Sul. V. Título.

JULIANO GALINA

**PRODUÇÃO E POTENCIAL NUTRACÊUTICO EM CULTIVARES DE
FRAMBOESEIRA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciências e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal da Fronteira Sul, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental, defendido em 31/05/2022.

Orientador: Prof. Dr. Clevison Luiz Giacobbo - UFFS

Aprovado em: ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Clevison Luiz Giacobbo - UFFS

Prof. D. Sc. Leandro Galon

Prof.^a Dra. Cláudia Roberta Damiani

AGRADECIMENTOS

Ao Deus pai criador acima de tudo, por conceder os prazeres vida, com seu amparo e companhia em todas as horas e por me guiar rumo ao caminho certo.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental (PPGCTA), equipe docente, coordenação de curso e equipe técnica.

Ao orientador Dr. Clevison Luiz Giacobbo obrigada pela confiança no meu trabalho, pelo respeito, apoio, dedicação, compreensão, amizade e companheirismo.

Aos coorientadores; Prof.^a Dra. Margarete Dulce Bagatini, Prof. Dr. Jorge Luís Mattias pela confiança, pela paciência e por prontamente me auxiliar sempre que os procurei.

Aos colegas do PPGCTA pela troca de experiências, angústias, sempre como apoiadores e motivadores.

Aos colegas do grupo de FRUFSUL, Daine, Ezequiel, Richardson, Jean, Denikeli e Henrique pela parceria e auxílio no desenvolvimento da pesquisa e pela troca de experiências.

Aos meus familiares, em especial aos meus pais Juraci Galina e Vera Lucia Galina por sempre apoiarem e incentivarem nas decisões e ao meu irmão Jardel Galina pelo apoio, auxílio e acolhimento durante todo o período de pesquisa e na vida sempre.

Aos amigos, em especial a “turma da Alegria” pela parceria e amizade de sempre e pelo estímulo em sempre buscar mais.

Por fim, mas não menos importante aos colegas de trabalho pela ajuda, paciência, colaboração e compreensão sempre que precisei.

RESUMO

A presente dissertação teve como objetivo avaliar os aspectos vegeto-produtivos e características físico-química e nutracêuticas pós-colheita em diferentes cultivares de framboesa para as condições edafoclimáticas de Chapecó-SC. Para tanto, selecionaram-se três cultivares objeto do estudo: *Heritage*, *Autumn Bliss* e *Fallgold*. A análise ocorreu durante a safra 2020/2021, em pomar localizado na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Campus Chapecó-SC. O experimento foi conduzido sob um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 3 tratamentos representados pelas cultivares *Heritage*, *Fallgold* e *Autumn Bliss* e 8 repetições para cada tratamento. Divide-se em dois blocos, iniciando-se com a caracterização vegeto-produtiva de framboeseiras e, posteriormente, analisa a viabilidade celular e o perfil oxidativo das cultivares. Primeiro, as variáveis analisadas foram: Período da brotação (B), floração (F) e produção (P), número de hastes m² (NH), número de frutos m² (NF), número de frutos por haste (NFH), massa dos frutos (MF), volume dos frutos cm³ (VF) e produtividade (PROD) kg ha⁻¹. Após, analisou-se Sólidos Solúveis (SS), Açúcar Total (AT), Açúcar Redutor (AR), Compostos Fenólicos Totais (CFT), Vitamina C (VC), Viabilidade Celular e Análises de estresse oxidativo avaliados por marcadores pró-oxidantes, através das análises de óxido nítrico (ON), substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), pelo indicador de estresse e pró-inflamatório mieloperoxidase (MPO); e pelo marcador antioxidante exógeno do conteúdo de vitamina C. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando significativos comparados por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do software R Studio. De acordo com os resultados encontrados, verifica-se que as três cultivares apresentaram bom desempenho agrônomico para as condições ambientais locais, a cultivar *Heritage* apresenta maior teor de antioxidante VC, as cultivares ‘*Heritage*’ e na ‘*Fallgold*’ apresentam citotoxicidade celular em dosagens acima de 1000 µg mL. Concluiu-se que as três cultivares avaliadas apresentam bom desempenho agrônomico podendo inclusive ser utilizada por produtores da região, a manutenção das hastes velhas para produção de safrinha antecipa a colheita e aumenta a produtividade e que os extratos de framboesa apresentam se seguros e podem ser utilizados para a alimentação humana nas concentrações corretas.

Palavras-chave: Fenologia. Pequenos Frutos. Citotoxicidade. Perfil Oxidativo.

ABSTRACT

This dissertation aimed to evaluate different plant-productive aspects and post-harvest nutraceutical physicochemical characteristics in raspberry cultivars for the edaphoclimatic conditions of Chapecó-SC. For that, three cultivars object of study are selected: Heritage, Autumn Bliss and Fallgold. The discovery took place during the 2020/202 harvest, in an orchard located in the experimental area of the Universidade Federal da Sul – UFFS, Campus Chapecó SC. The experiment was tested under a randomized design (DIC) with 3 tests for cultivars Fallgold and Autumn Bliss and 8 replications for each treatment. It is divided into two blocks, starting with the vegetal-productive characterization of raspberry trees and, later, analyzing the oxidative profile and the cellular viability of the cultivars. First, the variables were: Bud period (B), flowering (F) and production (P), number of fruits m² (NH), number of fruits m² (NF), number of fruits per rush (NFH), fruit mass (MF), fruit volume cm³ (VF) and productivity (PROD) kg ha⁻¹. After, CFT, Cell Viability and Oxidative Stress Analysis, pro of nitric oxide (NO) measurements, thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), by the myeloperoxidase (MPO) stress and inflammation indicator; The data obtained were selected for analysis of variance (ANOVA) and when comparing differences in antioxidants through the Tukey test at 5 probability, through the software R Studio. According to the results found, it was verified that the three cultivars showed good agronomic performance for local environmental conditions, the heritage cultivar presents higher antioxidant content VC, the cultivars 'Heritage' and 'Fallgold' present cellular cytotoxicity at dosages above 1000 µg mL. It was concluded that the three cultivars evaluated have good agronomic performance and can even be used by producers in the region, the maintenance of old stems for safrinha production anticipates the harvest and increases productivity and that raspberry extracts are safe and can be used for human food at the correct concentrations.

Keywords: Phenology. Little Fruits. Cytotoxicity. Oxidative profile.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Localização do Pomar de Framboesa, Chapecó 2021.11

Figura 2. Representação das cultivares *Heritage* (A), *Autumn Blis* (B) e *Fallgold* (C) no início da floração, Chapecó, 2021.12

Figura 3. Ciclo Vegetativo da planta e técnica utilizada para a poda em Framboeseiras não reflorescentes.13

Figura 4. Precipitação média mensal, temperatura média e umidade relativa do ar no período de junho/2020 a dezembro/2021.14

Figura 5. Precipitação média mensal, temperatura média e umidade relativa do ar de junho/2020 a dezembro/2021.12

Figura 6. Precipitação média mensal, temperatura média e umidade relativa do ar no período de junho/2020 a dezembro/2021.14

Figura 7. Resultados de citotoxicidade celular avaliados em três cultivares de framboesa17

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Macro e micronutrientes11

Tabela 2. Destino dos nutrientes aplicados via solo11

Tabela 3. Principais classes de compostos funcionais e nutracêuticos13

Tabela 4. Fenologia das cultivares de framboeseira quanto aos períodos da brotação (B), floração (F) e produção (P) nas safras 2020/21 e 202113

Tabela 5. Número de frutos (NF), número de hastes (NH), número de frutos por haste (NFH), produtividade (PROD), massa dos frutos (PMF) e volume dos frutos (VF), Safra e Safrinha.14

Tabela 6. Número de frutos total (NF), número de hastes total (NH), número de frutos por haste total (NFH), produtividade total (PROD), massa dos frutos média (PMF) e volume dos frutos média (VF), durante o período de Safra e Safrinha.16

Tabela 7. Sólidos Solúveis, Concentração de Açúcares Totais, Açúcares Redutores, Compostos Fenólicos Totais e Vitamina C nas cultivares de framboeseira *Heritage*, *Autumn Bliss* e *Fallgold* durante os períodos de Safra e Safrinha.15

Tabela 8. Resultados dos parâmetros de Estresse Oxidativo analisados nas cultivares de framboeseira *Heritage* e *Fallgold*.17

SUMÁRIO

SUMÁRIO	10
1 INTRODUÇÃO GERAL	10
2 METODOLOGIA GERAL	11
3 REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1 FRUTICULTURA BRASILEIRA	15
3.2 FRAMBOESA.....	10
3.3 NUTRIÇÃO DE PLANTAS	10
3.4 NUTRACÊUTICOS E ALIMENTOS FUNCIONAIS	12
3.4.1 Propriedades funcionais dos pequenas frutos	14
REFERÊNCIAS	10
4 CARACTERIZAÇÃO VEGETO-PRODUTIVA DE FRAMBOESEIRAS	10
RESUMO	10
ABSTRACT	10
4.1 INTRODUÇÃO	10
4.2 METODOLOGIA	10
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4.4 CONCLUSÃO	17
REFERÊNCIAS	10
RESUMO	11
ABSTRACT	10
5.1 INTRODUÇÃO	10
5.2 METODOLOGIA	11

5.2.1 Sólidos Solúveis - SS	11
5.2.2 Açúcares Totais – Atot	12
5.2.3 Açúcares Redutores – Ared	12
5.2.4 Compostos Fenólicos Totais – CFT	10
5.2.5 Vitamina C – VC	10
5.2.6 Cultivo celular e tratamento com os extratos	10
5.2.7 Avaliação de citotoxicidade pela técnica de MTT	11
5.2.8 Análises dos parâmetros de estresse oxidativo	11
5.2.9 Análise estatística	13
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5.4 CONCLUSÃO	19
REFERÊNCIAS	10
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	10

1 INTRODUÇÃO GERAL

O consumo de frutas tem aumentado mundialmente, visando atender aos novos hábitos alimentares da sociedade moderna, em busca de alimentos mais saudáveis. Atualmente, o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas no mundo, fazendo da fruticultura brasileira um dos segmentos mais importantes do agronegócio nacional (FAO, 2021).

A produção e consumo de pequenos frutos, em especial, tem crescido nos últimos anos (EMBRAPA, 2016) e dentre estes destacam-se a cultura da framboesa e do mirtilo que têm despertando o interesse dos agricultores em função do seu alto valor agregado e, dos consumidores devido as suas propriedades nutraceuticas (EMBRAPA, 2016; ABAURRE et al., 2017).

Os frutos, membros da família das Rosáceas (morango, amora, framboesa), são ótimas fontes de compostos bioativos. Estes frutos apresentam grandes quantidades de nutraceuticos e podem atuar como antioxidante ajudando na prevenção de doenças inflamatórias, cardiovasculares e, inclusive, na redução do risco de desenvolvimento de atividades cancerígenas (SKROVANKOVA et al., 2015).

Os benefícios para a saúde com o consumo de frutas têm sido atribuídos a presença de vários componentes bioativos e antioxidantes e seus efeitos sinérgicos (ZIA-UL-HAQ et al., 2014). Desta forma, o consumo de frutas aumentou mundialmente devido aos benefícios comprovados mediante consumo regular, sendo que dos grandes desafios da pesquisa é a substituição de compostos antioxidantes sintéticos por substâncias provenientes de produtos vegetais (CROGE, 2015; PANDEY; BHATT, 2016).

Pesquisas sobre a composição bioativa em pequenos frutos são importantes para seleção de cultivares com propriedades antioxidantes, os quais são de extrema relevância para a indústria alimentícia e farmacêutica (SEGANTINI et al., 2015).

A composição e quantidade de compostos bioativos nos frutos são variáveis e podem alterar de acordo com a cultivar ou variedade, local de cultivo, condições ambientais, nutrição das plantas, estágio de maturação, época da colheita, bem como as condições de armazenamento ou métodos de processamento subsequentes (SKROVANKOVA et al., 2015; SANTOS et al., 2018).

Considerando a possível variabilidade quantitativa e qualitativa das frutas entre cultivares de uma mesma espécie, a falta de conhecimento sobre a cultura da framboeseira, sua baixa expressão local e visando incentivar e viabilizar o cultivo desta cultura na região oeste catarinense, busca-se através deste estudo avaliar os aspectos vegeto-produtivos e

características físico-química e nutracêuticas pós-colheita em diferentes cultivares de framboesa para as condições edafoclimáticas de Chapecó-SC.

Para melhor compreensão dos dados este trabalho está dividido em dois capítulos onde a primeira etapa atende-se a caracterização vegeto-produtiva das cultivares e o segundo capítulo, contempla a caracterização das análises físico-químicas e nutracêuticas pós colheita.

2 METODOLOGIA GERAL

O experimento foi conduzido em pomar de framboesa de segundo ano, durante a safra 2020/21, na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Campus Chapecó-SC. A área localiza-se na latitude 27°07'06"S, longitude 52°42'20"O a 605 metros de altitude (Figura 1).

Figura 1. Localização do Pomar de Framboesa, Chapecó 2021.



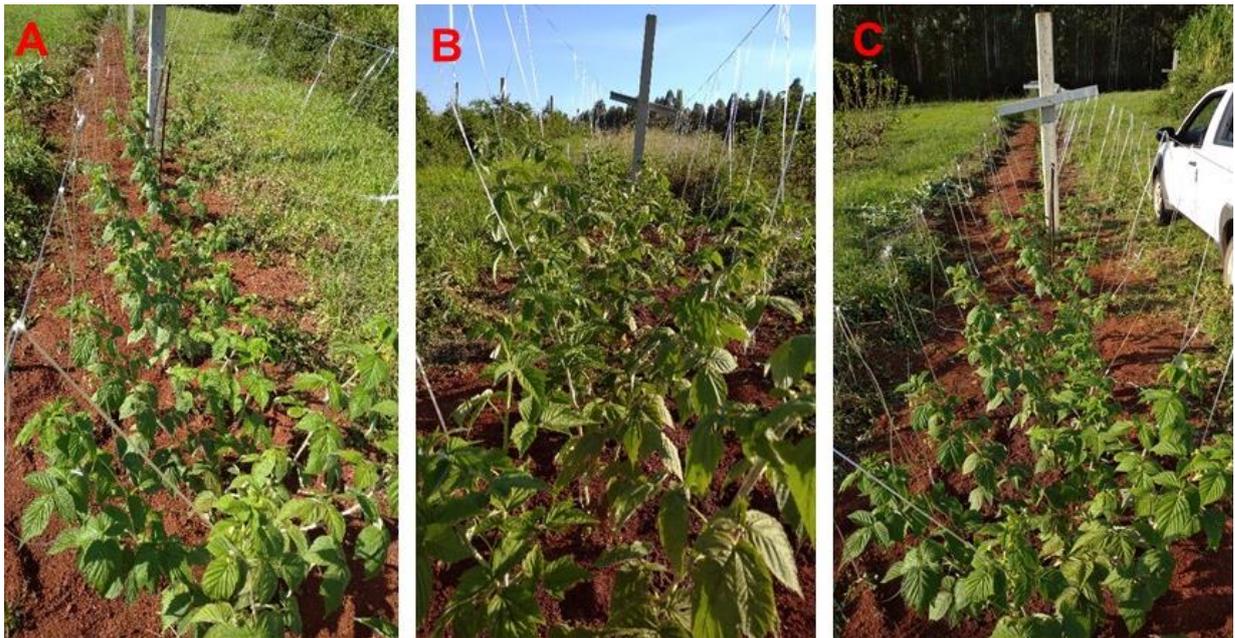
Fonte: Google Earth, 2021.

O clima do local, segundo a classificação de Köppen, é de categoria C, subtipo Cfa (Clima Subtropical Úmido), com inverno frio e úmido e verão moderado e seco. O solo é denominado Latossolo Vermelho Distroférrico (WREGE *et al.*, 2012).

As parcelas foram conduzidas com diferentes cultivares com os seguintes tratamentos: T1 (cultivar *Heritage*), T2 (cultivar *Autumn Bliss*), e T3 (cultivar *Fallgold*) conforme

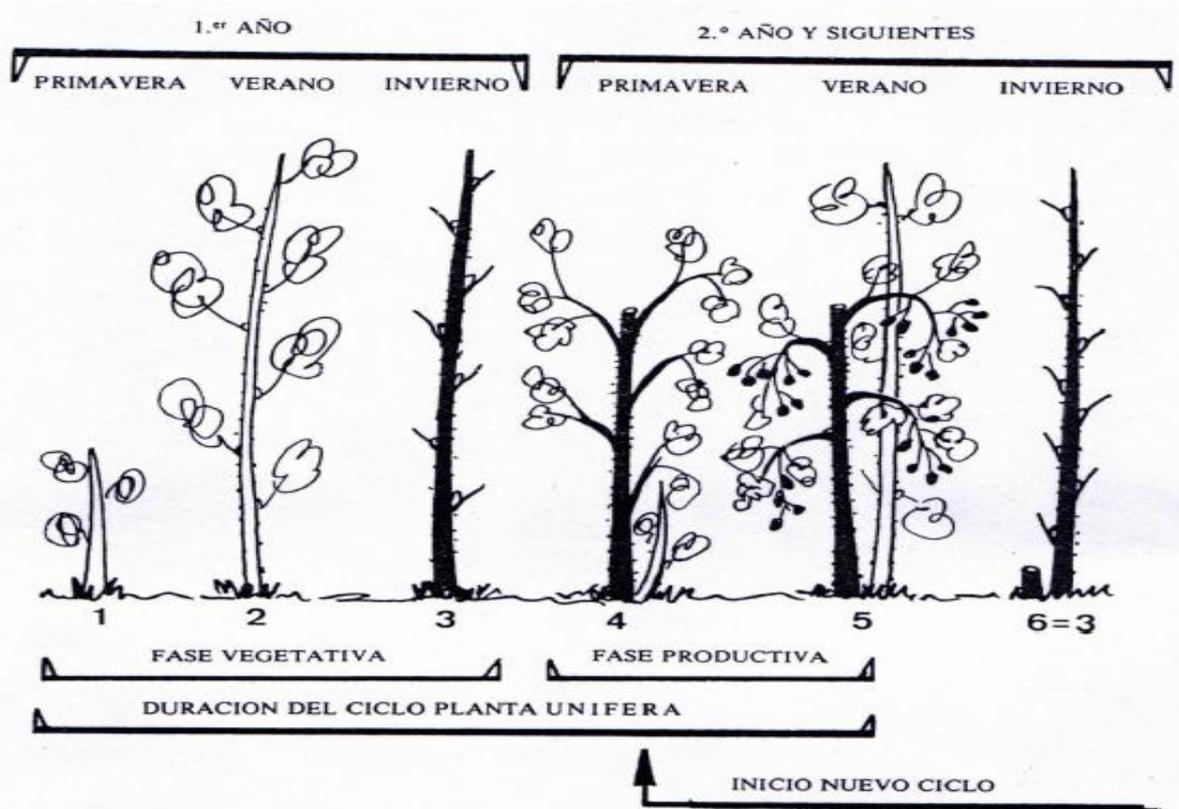
representado na Figura 2. As mudas de framboesa foram transplantadas no pomar em dezembro de 2019, oriundas de viveiro certificado pelo Ministério de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). O método de condução utilizado foi o de cruz de Lorena Invertida (Figura 2) e as plantas foram cultivadas com o espaçamento de plantio de 2 m nas entre linhas e 0,33 m entre plantas, totalizando 15.150 plantas iniciais por hectares.

Figura 2. Representação das cultivares *Heritage* (A), *Autumn Blis* (B) e *Fallgold* (C) no início da floração, Chapecó, 2021.



O experimento foi conduzido sob Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) formado por 3 tratamentos e 8 repetições para cada tratamento. A limpeza das plantas ocorreu de forma manual, através de capina mensal sem deixar que as plantas daninhas competissem ou prejudicassem o desenvolvimento das plantas objetos do estudo. A adubação utilizada seguiu a recomendação para cultura da amora, de acordo com o manual de calagem e adubação (SBCS/CQFS, 2016).

Figura 3. Ciclo Vegetativo da planta e técnica utilizada para a poda em Framboeseiras não reflorescentes.



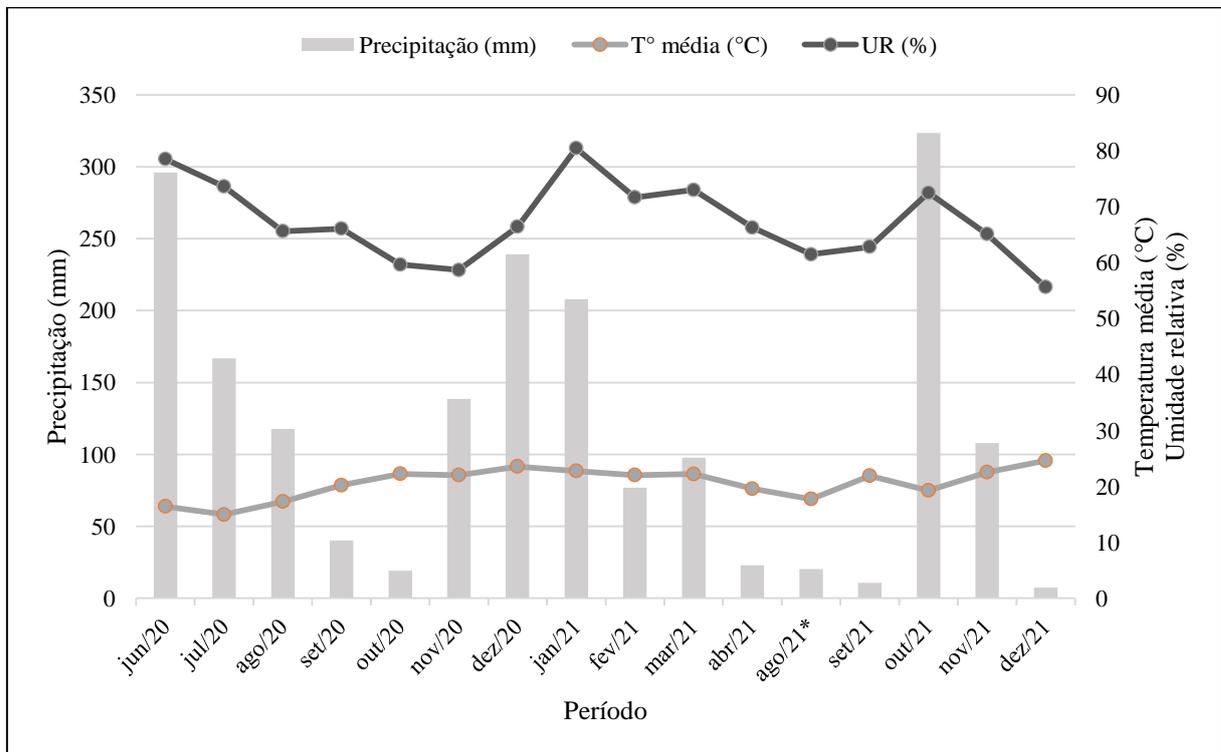
Fonte: Embrapa (2016).

A poda foi realizada conforme recomendação sugerida por EMBRAPA (2016), para cultivares reflorescentes conforme demonstradas na Figura 3, tendo em vista que as 3 cultivares estudadas são produtoras de outono.

Os frutos foram colhidos em estágio de maturação de “baga madura” conforme Hussain et al. (2016), sendo realizada três vezes por semana, sempre no período da manhã, acondicionados em sacos plásticos devidamente identificados quanto à repetição de cada tratamento e data de colheita. Posteriormente, os frutos foram transportados para o laboratório de pós-colheita do campus da UFFS Chapecó/SC, para determinação dos critérios vegeto-produtivos e congelados a -18°C até o momento das análises.

Os dados meteorológicos foram obtidos através do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Foram verificadas informações referentes à precipitação pluviométrica (mm), variação de temperatura média ($^{\circ}\text{C}$) e a umidade relativa do ar (%), durante o período de realização do experimento conforme a Figura 4.

Figura 4. Precipitação média mensal, temperatura média e umidade relativa do ar no período de junho/2020 a dezembro/2021



Fonte: Adaptado de INMET (2021).

Para a determinação de sólidos solúveis foram escolhidos 5 frutos, visualmente com o mesmo estágio de maturação, resultando na média da parcela. Para a avaliação das características físico-químicas e nutracêuticas cada amostra laboratorial será composta por aproximadamente 300 g de fruto por tratamento e sua repetição. A obtenção do suco destinado às análises nutracêuticas será feita em triplicata através de prensagem manual em peneira e filtragem de 10 frutos para cada amostra. A fim de evitar a oxidação enzimática do suco, os ensaios serão iniciados logo após a extração.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando significativos, comparados por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do software R statistic. Este trabalho foi desenvolvido em duas etapas: a primeira parte contempla a avaliação vegeto-produtiva das diferentes cultivares de framboesa e a segunda etapa será baseada na realização de análises físico-química e nutracêuticas (versão final) em pós colheita.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste tópico serão apresentados os fundamentos teóricos que norteiam a pesquisa. Assim, inicia-se com abordagens sobre a fruticultura brasileira, seguida da descrição sobre a cultura da framboesa. Na sequência, aborda-se sobre a nutrição de plantas e, posteriormente, trata-se dos nutracêuticos e alimentos funcionais, com ênfase nos pequenos frutos.

3.1 FRUTICULTURA BRASILEIRA

As frutas fazem parte de um grupo de alimentos que está se tornando cada vez mais indispensável na alimentação humana devido a sua composição nutricional e seus benefícios à saúde (ALBUQUERQUE et al., 2016).

Em termos conceituais, a fruticultura é a ciência do cultivo de plantas frutíferas, podendo ser caracterizada como o conjunto de técnicas e práticas que visam à exploração de plantas que produzem frutas comestíveis, a nível comercial (FACHINELLO; KERSTEN; NACHTIGAL, 2011; SILVA, 2019).

As condições de clima e relevo brasileiro favorecem a produção de frutas durante o ano todo. O Brasil é responsável por uma produção média de 45 milhões de toneladas de fruta ao ano, sendo que deste total, apenas 2,5% é destinada à exportação, especialmente de produtos como laranja, banana, melancia, abacaxi e uva (EMBRAPA, 2021).

Apesar das excelentes condições favoráveis à produção, apenas 40% dos brasileiros tem o hábito de consumir frutas e hortaliças diariamente além disso esse consumo é menor que 400 g ou 5 porções diárias a qual seria a recomendação ideal segundo a Organização Mundial da Saúde – OMS. É visível a necessidade de aumentar o consumo desses alimentos visando os benefícios nutricionais que estes proporcionam a saúde em busca de uma dieta mais saudável e equilibrada (GAMA, 2017).

Ainda recentes no panorama da fruticultura brasileira, representando 0,4% do total de frutas produzidas nacionalmente, os pequenos frutos (amora, morango, framboesa e mirtilo) têm se mostrado cada dia mais presente na mídia e na mesa dos consumidores, devido a suas características nutricionais e consequentes benefícios a saúde (EMBRAPA, 2012; FAGHERAZZI et al., 2017).

3.2 FRAMBOESA

A framboeseira (*Rubus idaeus* L.) é uma espécie da família Rosaceae, e seus frutos são amplamente consumidos em todo o mundo (MORO; HASSIMOTTO; PURGATTO, 2017).

Originária do Hemisfério Norte, existindo espécies disseminadas nos Estados Unidos e Europa, a framboesa é um fruto agregado, composto por pequenos drupéolos, os quais são os verdadeiros frutos. Apresenta, em geral, forma cônica arredondada sendo uma das suas principais características a facilidade de destacar o conjunto de drupéolos do receptáculo, possibilitando assim colher somente a parte comestível da framboesa mantendo o receptáculo preso à planta. Quanto à coloração dos frutos, esta pode variar de rosa claro até o vermelho escuro, havendo variações em torno da cor amarela, denominada *Golden raspberry* (EMBRAPA, 2012).

O cultivo de framboesa no Brasil apresenta-se como uma atividade promissora, sendo que, atualmente o cultivo concentra-se, especialmente, no Estado do Rio Grande do Sul, com ênfase para a produção de amoreiras-pretas, considerada um fruto rústico, altamente produtivo e com presença de equilíbrio entre açúcar e acidez, o que se torna favorável para a produção de gelificados (OLIVEIRA et al., 2020).

O cultivo da framboesa é o que apresenta maiores limitações devido a sensibilidade da planta e do fruto ao clima, essas dificuldades possivelmente sejam fatores relevantes quanto a baixa produção nacional. Aliadas a dificuldade de produção, a framboesa é taxada como um fruto perecível e de curta vida pós colheita (GUEDES et al., 2014).

Apesar das dificuldades de produção e perecibilidade dos frutos a framboeseira é uma frutífera de clima temperado que vem se destacando no mercado dos pequenos frutos durante os últimos anos (MACEDO et al., 2012). Em virtude da sua importância econômica, esta frutífera tem se expandido nas regiões temperadas e subtropicais do Brasil (MARCHI et al., 2019).

3.3 NUTRIÇÃO DE PLANTAS

As plantas, assim como outros seres vivos, possuem necessidades nutricionais para que possam crescer e se desenvolver adequadamente. A produção vegetal tem como princípio básico o processo fotossintético, processo este que é realizado através da clorofila presente nas plantas, e que envolve a absorção de água e minerais do solo e de CO₂ do ar, na presença de luz para a produção de energia (AGAPOMI, 2014).

Segundo Barber (1984), para compreender os processos envolvidos na nutrição das plantas é importante considerar conceitos como: Nutriente disponível, absorção de nutrientes pela planta e redistribuição de um nutriente na planta. Ou seja, não basta um nutriente estar presente no solo, é necessário que ele esteja disponível de forma que possa ser absorvido em quantidade adequada e, assim, sendo redistribuído para todas as partes da planta.

A produtividade das culturas e a qualidade dos alimentos são dependentes de fatores como a tecnologia utilizada, condições do solo, condições climáticas, entre outros. Em se tratando de tecnologia, a nutrição é uma das mais importantes devido ao seu potencial de influência direta sobre a produtividade e qualidade dos alimentos (BOARETTO; NATALE, 2016).

Os elementos necessários para o vegetativo das plantas podem ser classificados como macro ou micronutrientes, sendo os macronutrientes aqueles necessários em maior quantidade, enquanto que, os demandados em menor quantidade são denominados micronutrientes (FREIRE, 2020).

Tabela 1. Macro e micronutrientes

MACRONUTRIENTES	MICRONUTRIENTES
Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) e Enxofre (S), Carbono (C), Hidrogênio (H) e Oxigênio (O)	Boro (B), Cloro (Cl), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Molibdênio (Mo) e Zinco (Zn).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Cada nutriente exerce uma função específica na nutrição vegetal; estes, através de diversos processos podem influenciar e determinar a produtividade e qualidade do produto a ser colhido. A disponibilidade de nutrientes para planta é extremamente importante quando se busca alto potencial produtivo e qualidade na produção (BOARETTO; NATALE, 2016).

Tabela 2. Destino dos nutrientes aplicados via solo

DESTINO	N (%)	P (%)	K (%)
Absorvido pelas plantas	50-70	10-20	50
Perdas gasosas	5-35	-	-
Erosão	0-20	0-20	45-50
Imobilização	10-40	50-90	-
Percolação	0-20	0-5	0-5

Fonte: adaptado de Boaretto e Natale (2016).

3.4 NUTRACÊUTICOS E ALIMENTOS FUNCIONAIS

Há aproximadamente 2.500 anos, o filósofo Hipócrates já dizia “deixe o alimento ser teu remédio e o remédio ser teu alimento”. Essa percepção do alimento como uma fonte de cura e de promoção de saúde está cada dia mais visível na sociedade, sendo perceptível a busca com alimentos funcionais, capazes de promover melhoras significativas na saúde e na condução da primazia pelo bem-estar (SILVA; SÁ, 2012).

Desse modo, observando que a alimentação é um processo fundamental na vida, não só das pessoas, mas dos seres vivos em geral, é imprescindível traçar algumas considerações sobre os chamados alimentos funcionais e nutracêuticos.

Dentre as várias definições apresentadas na literatura, os alimentos funcionais são aqueles que têm a finalidade precípua de redução de riscos da doença, sendo que o início da sua utilização deriva da década de 1980, no Japão, destacando-se que estes tipos de alimentos podem variar desde nutrientes isolados, suplementos, produtos herbáceos e até mesmo processados (CARVALHO et al., 2013).

O Ministério da Saúde (2009) conceitua os alimentos funcionais como “[...] alimentos ou ingredientes que produzem efeitos benéficos à saúde, além de suas funções nutricionais básicas”. Ou seja, podem ser qualquer alimento que proporcione benefícios para a saúde humana.

Baldissera et al. (2011) acrescentam que um alimento, para que seja considerado funcional, deve promover uma ou mais ações benéficas para alguma funcionalidade do organismo, além de possuir efeito nutricional e energético. Denota-se que esses alimentos são considerados benéficos na medida em que contribuem com a produção de energia, crescimento e reparo dos tecidos corporais, bem como a regulação controle da produção de energia e da geração de tecidos corporais (VIEIRA; PIERRE, 2018).

Para Fernandes (2016), os alimentos funcionais integram a “revolução” dos nutracêuticos, ocorrida no ano de 1980, corroborando com a indicação de Carvalho *et al.* (2013), resultando no “maior reconhecimento da ligação entre saúde e nutrição”. Assim, surgiram os nutracêuticos, espécie de “fármacos” produzidos através de alimentos funcionais e comercializados na forma de cápsulas, pó, comprimidos, etc., possuindo os mesmos benefícios que os alimentos in natura (MARIANO; MACEDO; FERRARI, 2019).

Ainda, de acordo com Baldissera et al. (2011), os nutracêuticos “[...] são substâncias encontradas nos alimentos, que exercem um impacto positivo sobre a saúde humana pela prevenção de doenças ou melhoramento das funções fisiológicas”.

A partir da compreensão sobre os alimentos funcionais e nutracêuticos, apresentam-se, na sequência, as principais classes de compostos funcionais e nutracêuticos. Para melhor compreensão, os compostos são expostos na Tabela 3, com indicação das ações que produzem no organismo humano e quais os alimentos que possuem esses compostos.

Tabela 3. Principais classes de compostos funcionais e nutracêuticos

Composto	Ação	Onde encontrar
Isoflavonas	Ação estrogênica (reduz sintomas da menopausa) e anti-câncer. As isoflavonas auxiliam na redução dos sintomas depressivos da menopausa.	Soja e derivados
Ácidos graxos - ômega-3 e ômega-6	Redução do LDL - colesterol; ação anti-inflamatória; é indispensável para o desenvolvimento do cérebro e da retina de recém nascidos. São necessários ainda para manter sob condições normais, as membranas celulares, as funções cerebrais e a transmissão de impulsos nervosos.	Peixes marinhos como sardinha, salmão, anchova, arenque, etc
Ácido a linolênico	Estimula o sistema imunológico e tem ação anti-inflamatória	Óleos de linhaça, colza, soja; nozes e amêndoas
Catequinas	Reduzem a incidência de certos tipos de câncer, reduzem o colesterol e estimulam o sistema imunológico	Chá verde, cerejas, amoras, framboesas, mirtilo, uva roxa, vinho tinto
Licopeno	Antioxidante, reduz níveis de colesterol e o risco de certos tipos de câncer, como de próstata	Tomate e derivados, goiaba vermelha, pimentão vermelho, melancia
Luteína e Zeaxantina	Antioxidantes; protegem contra degeneração macular	Folhas verdes (luteína). Pequi e milho (zeaxantina)
Indóis e Isotiocianatos	Indutores de enzimas protetoras contra o câncer, principalmente de mama	Couve flor, repolho, brócolis, couve de bruxelas, rabanete, mostarda
Flavonóides	Atividade anti-câncer, vasodilatadora, anti-inflamatória e antioxidante	Soja, frutas cítricas, tomate, pimentão, alcachofra, cereja
Fibras solúveis e insolúveis	Reduz risco de câncer de cólon, melhora o funcionamento intestinal. As solúveis podem ajudar no controle da glicemia e no tratamento da obesidade, pois dão maior saciedade.	Cereais integrais como aveia, centeio, cevada, farelo de trigo, etc; leguminosas como soja, feijão, ervilha, etc.; hortaliças com talos e frutas com casca
Prebióticos - Fruto oligossacarídeos, inulina	Ativam a microflora intestinal, favorecendo o bom funcionamento do intestino	Extraídos de vegetais como raiz de chicória e batata yacon
Sulfetos alílicos (alilsulfetos)	Reduzem colesterol, pressão sanguínea, melhoram o sistema imunológico e reduzem risco de câncer gástrico	Alho e cebola
Lignan	Inibição de tumores hormônio-dependentes	Linhaça, noz moscada
Tanino	Antioxidante, antisséptico, vasoconstritor	Maçã, sorgo, manjeriço,

				manjerona, sálvia, uva, caju, soja
Estanois e esteróis vegetais	Reduzem	risco	de	doenças
	cardiovasculares			Extraídos de óleos vegetais como soja e de madeiras
Probióticos	-	Favorecem as funções	gastrointestinais,	Leites fermentados, Iogurtes e
Bífidobacterias	e	reduzindo o risco de	constipação e câncer	outros produtos lácteos
Lactobacilos		de cólon		fermentados

Fonte: adaptado de Ministério da Saúde (2009) e Machado, Puton e Bertol (2019).

Verifica-se, conforme exposto na Tabela 3, uma variedade de compostos funcionais que podem ser encontrados em diferentes alimentos. Além disso, em relação aos nutracêuticos propriamente ditos, Rossatto e Felipe (2017) realizaram um estudo com o objetivo de analisar os principais produtos nutracêuticos comercializados nas farmácias de uma determinada região do Paraná, apontando, como resultados, que as principais substâncias são colágeno, Goji Berry, óleo de coco e ômega 3, 6 e 9, a grande maioria na forma de cápsula, demonstrando que há procura da população por estes elementos, em razão dos benefícios que promovem, tanto no tratamento, como na prevenção de diversas patologias.

3.4.1 Propriedades funcionais dos pequenas frutos

Os pequenas frutos, também conhecidas como “berries” na língua inglesa, apesar de possuírem dimensões reduzidas, possuem uma vasta gama de propriedades funcionais que podem ser utilizadas nos nutracêuticos (OLIVEIRA et al., 2020). Conforme Vizzotto (2012), os principais compostos que podem ser encontrados nestes alimentos são antocianinas, ácido elágico, bem como compostos fenólicos e carotenoides, destacando-se, especialmente, frutos de coloração vermelho intensa. Dentre as “berries”, há morangos, amoras pretas, mirtilos e *Physalis*.

O morango é um dos pequenos frutos mais conhecidas, possuindo vários compostos como vitaminas C e A, betacaroteno e fibras. Ainda, alguns estudos indicam a existência de compostos fenólicos. Em termos de propriedades funcionais, um dos principais benefícios desse alimento é a sua capacidade antioxidante (VIZZOTTO, 2012), bem como auxilia para o adequado funcionamento do sistema imunológico (OLIVEIRA et al., 2020). Não obstante, estudos também indicam que o morango pode auxiliar na redução de fatores de risco para doenças cardiovasculares, como pressão arterial e hiperglicemia (BASU et al., 2010).

A amora preta, por sua vez, possui compostos antioxidantes, tais como compostos fenólicos e vitamina C (OLIVEIRA et al., 2020). De acordo com Vizzotto (2012), assim

como os morangos, a amora preta, devido a sua função antioxidante, apresenta potencial para preservação e combate ao câncer e outras doenças crônicas não transmissíveis, especialmente quando essa fruta se apresenta na forma de extrato, mais concentrada. Ademais, também apresenta a incumbência de atenuação dos processos cerebrais degenerativos.

Outro pequeno fruto com potencial funcional são os mirtilos, caracterizados por serem ricos em vitaminas e minerais, possuindo compostos fenólicos, bioativos, pterostilbeno e piceatanol (OLIVEIRA et al., 2020). Além de propriedade antioxidante, o mirtilo apresenta, como funcionalidade, o retardamento de déficit cognitivo e motor, próprios do processo de envelhecimento, atuando diretamente na preservação da memória (VIZZOTTO, 2012).

Por fim, menciona-se também a *Physalis* que, apesar ser uma cultura com baixa exploração no Brasil, a sua caracterização fenológica e seus benefícios para a saúde humana estão ensejando o desencadeamento de diversos estudos, voltados para a análise das suas propriedades funcionais (OLIVEIRA et al., 2020). Segundo Silva et al. (2017), essa fruta se destaca pela presença de compostos fenólicos, carotenoides e as fisalinas, o que evidencia a sua importância para a promoção de saúde, atuando no fortalecimento do sistema imunológico.

Diante do exposto, verifica-se que os alimentos funcionais estão cada dia mais recebendo importância na sociedade e sendo objeto de estudos, evidenciando-se que os pequenos frutos são ricos em compostos que podem ser utilizados na produção de nutracêuticos e direcionados para promoção, prevenção e manutenção de saúde.

REFERÊNCIAS

- ABAURRE, M. E. O.; ZANÚNCIO JUNIOR, J. S.; BALBINO, J. M. de S.; GUARÇONI, R. G.; COSTA, H. **Framboeseira**: cultivo e pós-colheita na Região Serrana do Espírito Santo. Vitória: Incaper, 2017.
- AGAPOMI. ASSOCIAÇÃO GAUCHA DE PRODUTORES DE MAÇA. **Nutrição mineral de plantas**. 247. ed. Vacaria-RS: AGAPAMI, 2014.
- ALBUQUERQUE, T. G.; SANTOS, F.; SILVA, A. S.; OLIVEIRA, B.; BENTO, A. C.; COSTA, H. S. Nutritional and phytochemical composition of *Annona cherimola* Mill. fruits and by-products: Potential health benefits. **Food chemistry**, [s.l.], n. 193, p. 187-195, 2016.
- BALDISSERA, A. C.; BETTA, F. D.; PENNA, A. L. B.; LINDNER, J. de D. Alimentos funcionais: uma nova fronteira para o desenvolvimento de bebidas protéicas a base de soro de leite. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 32, n. 4, p. 1497-1512, 2011.
- BARBER, S. A. **Soil nutrient bioavailability**: a mechanistic approach. New York: John & Wiley, 1984. 398p.
- BASU, A.; DU, M.; WILKINSON, M.; SIMMONS, B.; WU, M.; BETTS, N.M.; FU, D. X.; LYONS, T. J. Strawberries decrease atherosclerotic markers in subjects with metabolic syndrome. **Nutrition Research**, New York, v. 30, n.7, p. 462-469, July 2010.
- BOARETTO, A.; NATALE, W. Importância da Nutrição Adequada para Produtividade e Qualidade dos Alimentos. In: **Nutrição e Adubação de Hortaliças**. Editora Prado, R. M. & Cecílio Filho A. B, p.45-74. 2, 2016.
- CARVALHO, J. A.; SANTOS, C. S. S.; CARVALHO, M. P. de; SOUZA, L. A. de. O alimento remédio: considerações sobre o uso dos alimentos funcionais. **Revista Científica do ITPAC**, Araguaína, v. 6, n. 4, out. 2013.
- CROGE, C. P. **Cultivares de Amoreira-preta produzidas sob diferentes condições climáticas**: fenologia, bioativos qualidades e avaliação sensorial. Dissertação de mestrado (Pós-Graduação em Agronomia) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 82 p., 2015.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Pequenas frutas**: O produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília-DF: EMBRAPA, 2012.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Grandes contribuições para a agricultura brasileira**: frutas e hortaliças. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/grandes-contribuicoes-para-a-agricultura-brasileira/frutas-e-hortaliças>. Acesso em: 10 fev. 2022.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Técnicas de produção de framboesa e mirtilo**. Pelotas: EMBRAPA, 2016.

FACHINELLO, J. C.; PASA, M. da S.; SCHMITIZ, J. D.; BETEMPS, D. L. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 1, p. 109-120, 2011.

FAGHERAZZI, A.; KRETZSCHMAR, A. A.; MACEDO, T. A.; VIGNOLO, G. K.; ANTUNES, L. E. C.; KIRSCHBAUM, D. S.; GIMENEZ, G.; ZOPPOLO, R.; JOFRÉ, F.; RUFATO, L. La coltivazione dei piccoli frutti in sud America: non solo mirtili. **Frutticoltura**, n. 7/8, 2017.

FAO. Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. **Divisão de estatística**. Disponível em: <Http://faostat3.fao.org/download/Q/QC/E>. Acesso em: 10 jan. 2022.

FERNANDES, A. M. J. **Investigação Clínica com Nutraceuticos**. 2016. 88 p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Farmácia, Universidade de Coimbra, Coimbra, 2016. Disponível em: <https://estudogeral.uc.pt/bitstream/10316/36564/1/DM%20M%C3%B3nica%20Fernandes.pdf>. Acesso em: 27 jun. 2021.

FREIRE, G. A. **A indústria de fertilizantes nitrogenados do Brasil**: atuais desafios e oportunidades. Projeto de conclusão de curso. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química. Rio de Janeiro, 86p., 2020.

GAMA, M. **Só 40% dos brasileiros consomem frutas e hortaliças todo dia**. Folha de São Paulo: São Paulo, 2017. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/mercado/2017/10/1927705-so-40-dos-brasileiros-consomem-frutas-e-hortalicas-todo-dia.shtml>. Acesso em: 22 jul. 2020.

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. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 36, n. 1, p. 206-213, 2014.

HUSSAIN, I.; ROBERTO, S. R.; FONSECA, I. C. B.; DE ASSIS, A. M.; KOYAMA, R.; ANTUNES, L. E. C. Phenology of ‘Tupy’ and ‘Xavante’ blackberries grown in a subtropical area. **Scientia Horticulturae**, v. 201, p. 78–83, 2016.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos do INMET**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/#>. Acesso em: 15 mar. 2022.

MACEDO, T. A.; RUFATO, L.; KRETZSCHMAR, A. A.; MENDES, M.; BRIGHENTI, A. F.; FORMOLO, R.. Desenvolvimento de plantas de duas cultivares de framboeseira obtidas por estaca de raiz. **Revista de Ciências Agroveterinárias**. Lages, v.11, n.2, p. 158-161, 2012.

MACHADO, G.; PUTON, B. F.; BERTOL, C. D. Nutraceuticos: aspectos legais e científicos. **Revista Eletrônica de Farmácia**. v. 16, n. E, 2019. Disponível em: <https://revistas.ufg.br/REF/article/view/47950>. Acesso em: 27 jun. 2021.

MARCHI, P. M.; CARVALHO, I. R.; PEREIRA, I. dos S.; ROSA, T. C. da; HÖHN, D.; SZARESKEI, V. J.; REISSER JÚNIOR, C.; ANTUNES, L. E. C. Yield and quality of

primocane-fruited raspberry grown under plastic cover in Southern. **Sci. Agric.** Pelotas – RS, v.76, n.6, p.481-486, 2019.

MARIANO, G. K. S.; MACEDO, F. L. R.; FERRARI, A. Alimentos funcionais e nutracêuticos no câncer. In: XI EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica. **Anais Eletrônicos...**, out. 2019.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Alimentos funcionais**. 2009. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/dicas/220_alimentos_funcionais.html. Acesso em: 27 jun. 2021.

MORO, L.; HASSIMOTO, N.M.A.; PURGATO, E. Postharvest auxin and methyl jasmonate effect on anthocyanin biosynthesis in red raspberry (*Rubus idaeus* L.). **J Plant Growth Regul.**, v. 36, p. 773-782, 2017.

OLIVEIRA, J. R.; SILVA, J. V.; AMOURIM, M.; SANTOS, M.; BATISTA, A. PRODUÇÃO DE PEQUENAS FRUTAS NO BRASIL: UM MERCADO EM POTENCIAL. **Enciclopédia Biosfera**, v. 17, n. 33, 2020.

PANDEY, Y.; BHATT, S. S. Overview of Himalayan yellow raspberry (*Rubus ellipticus* Smith.): A nutraceutical plant. **J App. Nat. Science**, v. 8, n. 1, p.494-499, 2016.

ROSSATTO, J. L.; FELIPE, D. F. Estudo dos principais produtos nutracêuticos comercializados nas farmácias da região de Maringá-PR. In: X EPCC – Encontro Internacional de Produção Científica. **Anais...**, Maringá, out. 2017.

SANTOS, M. F. S.; SOMMER, V. B.; COSTA, H. T. T.; NERBASS, F. R.; FAGHERAZZI, M. M.; SANTOS, M. F. S. dos; KRETZSCHMAR, A. A. **Desempenho agrônomo de cultivares de framboesa na serra catarinense**. Lages: UDESC, 2018.

SBCS/ CQFS. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. 376 p., Porto Alegre, 2016.

SILVA, I. D. da. A fruticultura e sua importância econômica, social e alimentar. In: XI Sintagro – Simpósio Nacional de Tecnologia em Agronegócio. **Anais...**, Ourinhos/SC, out. 2019.

SILVA, L. E. S. da; CLARO, R. M. Tendências temporais do consumo de frutas e hortaliças entre adultos nas capitais brasileiras e Distrito Federal, 2008-2016. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, n. 5, Rio de Janeiro, maio 2019.

SILVA, S. P. da; NASCIMENTO, M. N.; BARROSO, N. dos S.; FONSECA, J. S. T. do Caracterização física e físico-química de frutos de *physalis* cultivadas na região de Feira de Santana. 2017. Disponível em: <http://periodicos.uefs.br/index.php/semic/article/view/2391/1878>. Acesso em: 30 jun. 2021.

SKROVANKOVA, S.; SUMCZYNSKI, D.; MLCEK, J.; TURIKOVA, T.; SOCHOR, J. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Different Types of Berries. **International Journal of Molecular Sciences**, [s.l], v. 16, 24673-24706, 2015.

VIEIRA, L. G.; PIERRE, F. C. Considerações sobre tendências e oportunidades dos alimentos funcionais. In: 7ª Jornada Científica e Tecnológica da Fatec de Botucatu. **Anais...**, Botucatu, out./nov., 2018.

VIZZOTTO, M. Propriedades funcionais dos pequenos frutos. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.33, n.268, p.84-88, maio/jun. 2012.

WREGGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JUNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. DE; MARCOS SILVEIRA WREGGE, C. S. S. **Atlas climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. 2. ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2012.

ZIA-UL-HAQ, M.; RIAZ, M.; FEO, V. D.; JAAFAR, H. Z.; MOGA, M. *Rubus fruticosus* L.: Constituents, biological activities and health related uses. **Molecules**, v. 19, n. 8, p. 10998–11029, 2014.

4 CARACTERIZAÇÃO VEGETO-PRODUTIVA DE FRAMBOESEIRAS

RESUMO

O presente estudo foi realizado com objetivo de avaliar as características vegeto-produtivas em diferentes cultivares de framboeseiras, durante a safra 2020/2021 e safrinha 2021, em pomar localizado na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Campus Chapecó-SC. O experimento foi conduzido sob um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 3 tratamentos representados pelas cultivares *Heritage*, *Fallgold* e *Autumn Bliss* e 8 repetições para cada tratamento. As variáveis avaliadas neste estudo foram: Período da brotação (B), floração (F) e produção (P), número de hastes m² (NH), número de frutos m² (NF), número de frutos por haste (NFH), massa dos frutos (MF), volume dos frutos cm³ (VF) e produtividade (PROD) kg ha⁻¹. As três cultivares foram submetidas ao mesmo sistema de condução e adubação. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando significativos comparados por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do software R statistic. Observou-se que os períodos de brotação, floração e produção das três cultivares analisadas são similares e atingiram a plena produção durante janeiro e fevereiro/2021. Conclui-se que as cultivares *Heritage* e *Autumn Bliss* expressaram maior potencial produtivo em relação à *Fallgold* durante o período de safra. Ressalta-se ainda que as três cultivares em estudo apresentam boa adaptação às condições edafoclimáticas locais e que a manutenção das hastes velhas para produção de safrinha antecipa a colheita e aumenta significativamente a produtividade.

Palavras-chave: *Rubus idaeus* L. Adaptabilidade. *Fallgold*. *Heritage*. *Autumn Bliss*.

ABSTRACT

The present study was carried out with the objective of evaluating the vegeto-productive characteristics of different raspberry cultivars, during the 2020/2021 harvest, in an orchard located in the experimental area of the Federal University of Fronteira Sul - UFFS, Campus Chapecó-SC. The experiment was carried out under a completely randomized design (DIC) with 3 treatments represented by the cultivars *Heritage*, *Fallgold* and *Autumn Bliss* and 8 replications for each treatment. The variables evaluated in this study were: bud break (B), flowering (F) and production (P), number of stems m² (NH), number of fruits m² (NF), number of fruits per stem (NFH), mass of fruits (MF), volume of fruits cm³ (VF) and productivity (PROD) kg ha⁻¹. The three cultivars were submitted to the same system of conduction and fertilization. The data obtained were submitted to analysis of variance (ANOVA) and when significant were compared using the Tukey test at 5% probability, using the R statistic software. It was observed that the sprouting, flowering and production periods of the three analyzed cultivars are similar and reached full production during January and February/2021. It was concluded that the cultivars *Heritage* and *Autumn Bliss* expressed greater productive potential in relation to *Fallgold* during the harvest period. It is also emphasized that the three cultivars under study have good adaptation to local edaphoclimatic conditions and that the maintenance of old stems for safrinha production anticipates the harvest and significantly increases productivity.

Keywords: *Rubus idaeus* L. Adaptabilidade. *Fallgold*. *Heritage*. *Autumn Bliss*.

4.1 INTRODUÇÃO

O cultivo de pequenos frutos em muitos países ainda apresenta baixa expressão no panorama da fruticultura, especialmente quanto à área de cultivo. Entretanto, essas frutíferas demonstram um grande potencial produtivo e econômico, principalmente na diversificação de pequenas propriedades (OLIVEIRA et al., 2020). Nos últimos anos a produção e consumo de pequenos frutos tem crescido, fazendo com que estejam cada vez mais presentes na dieta dos consumidores em busca de uma alimentação mais saudável (ABAURRE et al., 2017). Nesse contexto, a cultura da framboesa têm se destacado e despertado o interesse dos agricultores devido ao seu alto valor agregado e dos consumidores devido as suas propriedades nutracêuticas (ABAURRE et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2020).

A framboeseira (*Rubus idaeus* L.) é uma espécie da família Rosaceae e seus frutos são amplamente consumidos em todo o mundo (MORO et al.2017). Normalmente seu cultivo está alocado nas regiões mais frias devido a sua exigência climática, porém, algumas cultivares tem demonstrado capacidade adaptativa em locais de calor mais expressivo (OLIVEIRA et al., 2020).

Dentre as cultivares plantadas nacionalmente e suas características destacam-se a *Autumn Bliss*, *Heritage* e *Fallgold* as quais serão objeto de estudo nesse trabalho. A cultivar *Heritage* caracteriza-se normalmente por apresentar frutos de tamanho pequeno a médio e poucos aromáticos; a *Autumn Bliss* apresenta frutos médios a grande e aromáticos; a *Fallgold* possui como característica principal produzir frutos de coloração amarela (ABAURRE et al., 2017; TEZOTTO-ULIANA et al., 2013).

Fatores como a falta de informação principalmente quanto à escolha das cultivares e o local de implantação do pomar ainda são considerados um dilema para muitos agricultores, tendo em vista que os aspectos de produção e de qualidade de frutos são variáveis em função das condições edafoclimáticas do local de cultivo (KIREVA et al. 2021).

Para contribuir com os estudos acerca da adaptabilidade da framboeseira às condições locais o presente estudo teve como objetivo avaliar as características vegeto-produtivas em diferentes cultivares de framboeseira no oeste catarinense.

4.2 METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em pomar de segundo ano de framboesa em uma unidade localizada no extremo-oeste de Santa Catarina. A área encontra-se a 605 metros de

altitude e o clima local, segundo a classificação de Köppen é de categoria C, subtipo *Cfa* (Clima Subtropical Úmido), com inverno frio e úmido; verão moderado e seco. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (WREGE et al., 2012).

O experimento foi conduzido durante a safra (2020/2021) e safrinha (2021) sob um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 8 repetições e 3 tratamentos representados por parcelas de 0,5 m²: Onde T1 representa a cultivar *Heritage*; T2, cultivar *Fallgold* e T3, cultivar *Autumn Bliss*. O método de condução utilizado foi o de cruz de Lorena Invertida com espaçamento de 2 x 0,33m e a adubação seguiu a recomendação para cultura da amora, de acordo com o Manual de Calagem e Adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (SBCS/CQFS, 2016).

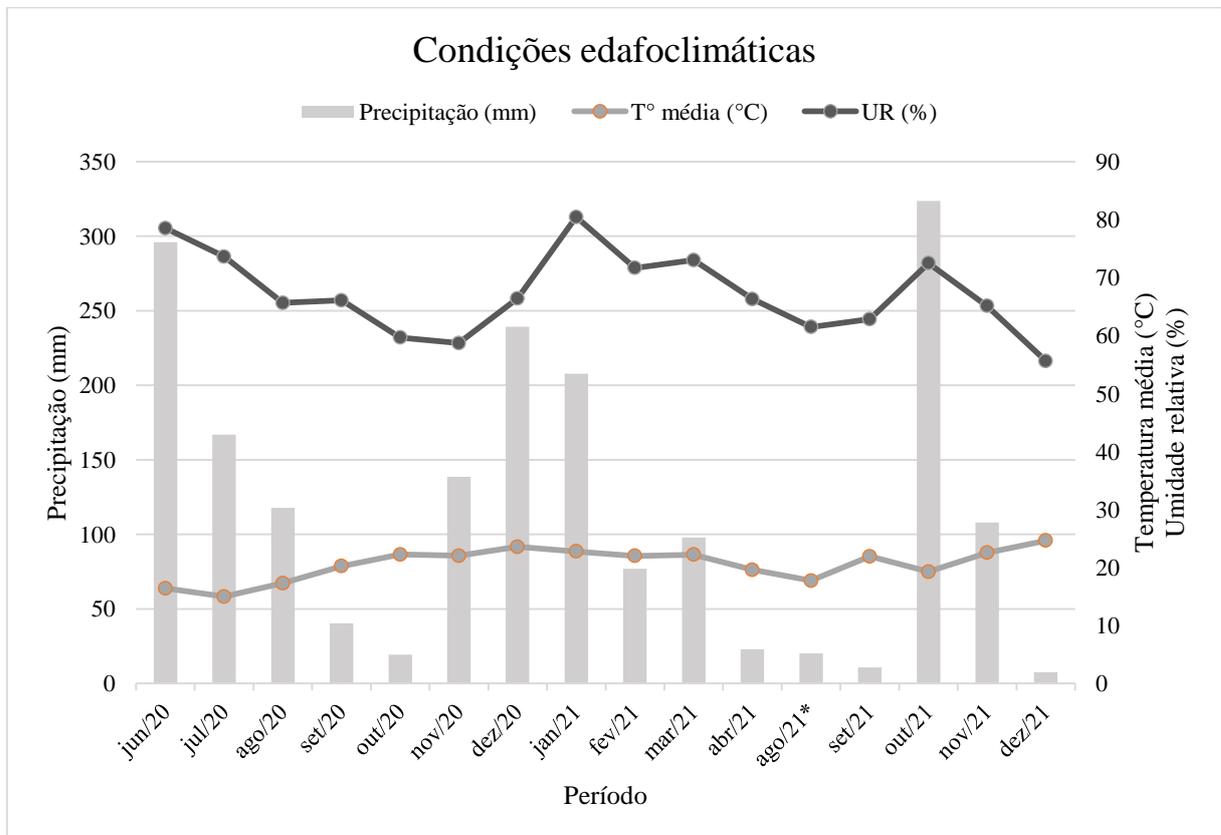
A determinação das características vegeto-produtiva foi realizada durante todo o ciclo da cultura. Para a determinação das características vegetativas foi avaliado o Período de Brotação (PB), determinado em dias a partir do início até o final da emissão de hastes novas oriundas do solo; Período de Floração (PF), determinado em dias do início ao final da emissão das flores; Período de Produção (PP), determinado em dias do início ao final da colheita dos frutos.

A produtividade (kg ha⁻¹) foi determinada através dos componentes: Numero de Frutos Total (NFT), obtido pela contagem de frutos por m²; Numero de Hastes (NH), determinado pela contagem de hastes por m²; Numero de Frutos por Haste (NFH), a partir da fórmula: $NFH = NFT/NH$; Peso Médio dos Frutos (PM), obtido pela fórmula: $PM = Mt/NFT$, onde Mt refere-se a massa total dos frutos.

Além disso avaliou-se o Volume dos Frutos (VF), aferido por método indireto, através da seleção de 5 frutos que foram imersos em quantidade conhecida de água destilada em uma proveta graduada, observando-se o deslocamento do líquido para determinação do volume em cm³.

Os dados meteorológicos foram obtidos através do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para verificação de informações referentes à precipitação pluviométrica (mm), variação de temperatura média (°C) e a umidade relativa do ar (%), durante o período de realização do experimento, conforme Figura 5.

Figura 5. Precipitação média mensal, temperatura média e umidade relativa do ar de junho/2020 a dezembro/2021.



*Início do período de entressafra. Fonte: Adaptado do INMET (2021).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando significativos, comparados por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do software R Studio.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se que o início da brotação da safra 2020-2021 ocorreu na última quinzena do mês de agosto/2020 estendendo-se durante todo o mês de setembro e finalizando os rebrotos na primeira quinzena de outubro. A floração ocorreu de forma escalonada e teve seu início na primeira quinzena de outubro estendendo-se até a primeira quinzena de março/2021, resultando num período de 5 meses de floração para às três cultivares.

O início da produção ocorreu na segunda quinzena de novembro/2020 perdurando até a primeira quinzena de abril/2021, totalizando assim um período de colheita de 138 dias para as três cultivares estudadas. Em se tratando da manutenção das hastas velhas visando uma produção de safrinha, a brotação das ponteiros teve início no mês de agosto de 2021 se

estendendo até o final do mês de outubro/2021. A floração iniciou nos primeiros dias de setembro se estendendo até a primeira quinzena de novembro e a produção iniciando ainda no mês de outubro e finalizando no mês de dezembro do mesmo ano corrente (Tabela 4).

Tabela 4. Fenologia das cultivares de framboeseira quanto aos períodos da brotação (B), floração (F) e produção (P) nas safras 2020/21 e 2021

		Safrinha							
Cultivar	Fase	2020				2021			
		AGO	SET ¹	OUT	NOV ²	DEZ	JAN ³	FEV ³	MAR
<i>Heritage</i>	B	■	■	■	■				
	F		■	■	■	■	■	■	■
	P			■	■	■	■	■	■
<i>Autumn Bliss</i>	B	■	■	■	■				
	F		■	■	■	■	■	■	■
	P			■	■	■	■	■	■
<i>Fallgold</i>	B	■	■	■	■				
	F		■	■	■	■	■	■	■
	P			■	■	■	■	■	■

		Safrinha							
Cultivar	Fase	2021							
		AGO ¹	SET	OUT ²	NOV ³	DEZ	JAN	FEV	MAR
<i>Heritage</i>	B	■	■	■	■				
	F		■	■	■	■	■	■	■
	P			■	■	■	■	■	■
<i>Autumn Bliss</i>	B	■	■	■	■				
	F		■	■	■	■	■	■	■
	P			■	■	■	■	■	■
<i>Fallgold</i>	B	■	■	■	■				
	F		■	■	■	■	■	■	■
	P			■	■	■	■	■	■

¹Brotação plena; ²Floração plena; ³Plena produção.

Observa-se que os períodos de brotação, floração e produção das três cultivares analisadas são similares seja para os períodos de safra ou safrinha. A semelhança entre as variáveis fenológicas justifica-se em virtude de que as variedades utilizadas são classificadas

como plantas de ciclo refrlorescente, ou seja, produtoras de outono (RUFATO et al., 2016). A safra da framboesa brasileira ocorre normalmente entre novembro e março (TEZOTTO-ULIANA et al., 2013), período similar ao verificado nesse estudo.

A cultura da framboeseira se mostra exigente quanto às condições climáticas e necessita de pelo menos 700 mm anuais de chuva (RUFATO et al., 2016; TEZOTTO-ULIANA et al., 2013). A precipitação pluviométrica ocorrida na região oeste catarinense durante o período do experimento foi de 1893 mm sendo 1423 mm durante o período da safra e 470 mm durante o período da safrinha (Figura 5) (INMET, 2021), ou seja, acima do limite demandado pela cultura em estudo, o que proporcionou excelentes condições para o desenvolvimento vegetativo e produtivo das cultivares avaliadas. Neste aspecto, o clima local de verão ameno e chuvas uniformes é adequado para o cultivo da framboeseira (RUFATO et al.2016).

Nota-se na Tabela 5 que, apesar de estarem sobre o mesmo sistema de condução, manejo nutricional e em condições de clima e solo idênticas, as cultivares *Heritage* e *Autumn Bliss* expressaram produtividade superior a *Fallgold* durante o período de safra, que apresentou uma inferioridade de 33% para essa variável.

Tabela 5. Número de frutos (NF), número de hastes (NH), número de frutos por haste (NFH), produtividade (PROD), massa dos frutos (PMF) e volume dos frutos (VF), Safra e Safrinha.

Safra						
Tratamentos ⁽¹⁾	NF	NH	NFH	PROD	MF	VF
	und m ²	und m ²	und haste	Kg ha ⁻¹	g	cm ³
<i>Heritage</i>	2303,00 a	68,0 a	33,97 a	10940,33 a	1,9050 c	13,1250 b
<i>Autumn Bliss</i>	1803,75 b	64,5 a	27,96 b	10077,34 a	2,2337 a	16,3125 a
<i>Fallgold</i>	1442,25 b	56,5 a	25,17 c	7335,82 b	2,0350 b	14,8125 ab
CV %	15,59	15,15	10,03	16,04	12,01	12,98
Safrinha						
Tratamentos ⁽¹⁾	NF	NH	NFH	PROD	MF	VF
	und m ²	und m ²	und haste	Kg ha ⁻¹	g	cm ³
<i>Heritage</i>	925,00 a	49,75 a	18,80 b	4086,18 a	1,55 b	9,00 b
<i>Autumn Bliss</i>	905,5 a	36,5 b	32,73 a	5202,86 a	2,05 a	11,63 a
<i>Fallgold</i>	772 a	30,5 b	24,07 b	3862,21 a	2,05 a	11,38 a
CV %	25,61	16,37	23,37	29,57	14,83	9,3

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras minúsculas distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em estudo realizado por Santos et al. (2018), também se verificou a superioridade produtiva da cv. *Heritage* em comparação as demais cultivares. A produção superior da

cultivares *Heritage* e *Autumn Bliss* em relação a *Fallgold* obtida durante a safra não se repete durante o período de safrinha evidenciando que cada cultivar possui capacidade produtiva própria e que esta pode sofrer alterações de acordo com o período e as condições ambientais. Diversos fatores podem influenciar na produtividade das culturas entre eles pode-se destacar a cultivar, tecnologia aplicada e as condições climáticas (KIREVA et al., 2021).

Na Tabela 5 observa-se que a cultivar *Heritage* apresentou superioridade sobre as demais para as variáveis número de frutos/m² e número de hastes/m² durante o período de safra, mantendo esta superioridade quanto ao número de hastes/m² durante a safrinha; as cultivares *Autumn Bliss* e *Fallgold* não apresentaram diferença significativa entre si para essas variáveis em ambos os períodos produtivos. A produtividade da framboeseira pode sofrer alterações de acordo com a técnica de cultivo utilizada, densidade de plantas, número de hastes, número de frutos por haste e tamanho dos frutos (OLIVEIRA et al., 2020; RUFATO et al., 2016). Apesar do número de hastes/m² ser considerado limitante para a produção, nesse estudo não se observou diferença significativa para essa variável durante o período da safra, entretanto, esta variável apresentou diferença significativa durante a safrinha com destaque para a cultivar *Heritage*.

Os resultados encontrados para as variáveis número de frutos/m² e número de frutos por haste revelam superioridade da cultivar *Heritage* sobre a *Autumn Bliss* e *Fallgold* durante o período de safra em contra partida a cultivar *Autumn Bliss* apresenta maior número de frutos por haste sobre as demais, durante o período de safrinha o qual não é suficiente para alterar a número de frutos/m² tendo em vista que esta cultivar possui um número de hastes menor ou igual as demais cultivares estudadas (Tabela 5). Comparando os resultados encontrados neste trabalho com o encontrado por Alvarado-Raya et al. (2016), em estudo com diferentes densidades de hastes para a cultivar *Autumn Bliss*, obtiveram uma produção máxima de 735,2 frutos por m² e 40 hastes por m² podemos observar novamente o excelente potencial que a cultura da framboeseira pode expressar em condições de clima e solo do oeste catarinense.

Para a variável volume dos frutos destaca-se a cultivar *Autumn Bliss*, durante o período de safra e safrinha em relação a *Heritage*, não apresentando diferença significativa quando comparada a cultivar *Fallgold*, enquanto a *Fallgold* não diferiu da *Heritage* em ambos os períodos produtivos. Associa-se a superioridade da cultivar como uma característica própria (Tabela 5).

Em relação massa dos frutos durante o período de safra destaca-se a cultivar *Autumn Bliss*, seguida da *Fallgold* e *Heritage*, durante o período de safrinha a cultivar *Autumn Bliss* mantém superioridade sobre a Cultivar *Heritage*, porém não diferindo da cultivar *Fallgold*.

Em um estudo realizado por Santos et al. (2018), os autores verificaram os seguintes valores de massa dos frutos: *Heritage*, 1,98g; *Fallgold*, 2,72g; *Autumn Bliss* 2,0g. Além disso a cultivar *Autumn Bliss* e *Fallgold* normalmente apresentam frutos com massa média de 2,1g (MOURA et al., 2012).

Nesse sentido, os resultados obtidos para massa dos frutos indicam que as cultivares *Heritage* e *Fallgold* estão dentro dos parâmetros médios encontrados na literatura, já a cultivar *Autumn Bliss* apresentou resultado levemente superior ao encontrado pela comunidade científica, caracterizando assim uma excelente qualidade de frutos durante a safra avaliada.

A partir dos dados apresentados percebe-se pouca relação do volume de frutos com a produtividade, porém, a massa dos frutos se mostra como fator determinante para essa variável. Quando analisado a produtividade, não foi possível verificar diferenças entre as cultivares *Heritage* e *Autumn Bliss* (Tabela 5), mesmo sendo o número o número de frutos/m² e conseqüentemente número de frutos/ha⁻¹ superior para a cultivar *Heritage*. Este resultado pode ser explicado pelo fato da cv. *Autumn Bliss* produzir frutos de maior massa em relação a *Heritage*.

Na Tabela 6 apresentam-se os resultados de safra e safrinha em relação às variáveis do estudo de forma compilada.

Tabela 6. Número de frutos total (NF), número de hastes total (NH), número de frutos por haste total (NFH), produtividade total (PROD), massa dos frutos média (PMF) e volume dos frutos média (VF), durante o período de Safra e Safrinha.

Tratamentos	Total safra e safrinha					
	NF (Total) und m ²	NH (Total) und m ²	NFH (Total) und haste	PROD (Total) Kg ha ⁻¹	MF (Média) g	VF (Média) cm ³
<i>Heritage</i>	3.228,00 a	116,5 a	50,02 a	14.401,51 ab	1,75 b	11,09 b
<i>Autumn Bliss</i>	2.709,25 ab	96,00 b	56,2 a	14.780,8 a	2,1 a	13,98 a
<i>Fallgold</i>	2.214,25 b	90,00 b	48,00 a	11.073,04 b	2,04 a	12,85 a
CV %	15,87	15,99	17,43	20,64	9,69	8,92

Ao analisar os dados totais obtidos durante o período de safra e safrinha observa-se que não há diferença significativa para o número de frutos obtidos por haste entre as cultivares avaliadas. No entanto, a cultivar *Heritage* apresenta um maior número de hastes/m² em relação às demais, resultando também em um maior número de frutos/m² em relação as

mesmas. Para as variáveis massa e volume dos frutos, as cultivares *Autumn Bliss* e *Fallgold* não apresentam diferença significativa entre si, mas apresentam superioridade sobre a cultivar *Heritage* conforme pode-se observar na Tabela 3. Quanto à produtividade, a cultivar *Autumn Bliss* não apresentou diferença significativa em relação a cultivar *Heritage*, porém, destaca-se em relação a *Fallgold* que, por sua vez, não se diferencia em relação a cultivar *Heritage*.

Os resultados se assemelham àqueles encontrados por Santos et al. (2018), o qual analisou o desempenho agrônomo de cultivares de framboeseira na serra catarinense. Os dados desse estudo apontaram a *Heritage* com maior produtividade no período ($10,3/\text{ha}^{-1}$), porém, se verificou diferença significativa dessa em relação a cultivar *Fallgold* ($6,9/\text{ha}^{-1}$). A cultivar *Heritage* também produziu mais frutos (11,34 p/planta). Resultados diferentes, no entanto, foram encontrados por Bortolini (2016), em que a cultivar *Autumn Bliss* produziu uma baixa produtividade na região do Planalto Sul Catarinense ($1,13/\text{t ha}^{-1}$), o que remete à influência das condições edafoclimáticas que podem interferir na produtividade, visto que o presente estudo foi aplicado na região Oeste catarinense.

4.4 CONCLUSÃO

De acordo com as condições em que foi conduzido o experimento, pode-se concluir que as cultivares em estudo apresentam boa adaptação às condições edafoclimáticas apresentadas no local em que foram conduzidas as pesquisas.

O período verificado para fenologia sugere que as cultivares de framboeseiras em estudo podem ser recomendadas para agricultores feirantes, visto que terá um período de 138 dias de colheita, possibilitando a venda por um longo período do ano.

A manutenção das hastes velhas para produção de safrinha encurta o período de tempo entre as fases da cultura e antecipa a floração e produção em aproximadamente 30 dias quando comparadas a floração e início de produção das hastes novas. Assim, possibilita-se que o produtor inicie a colheita 30 dias antes do período de safra normal.

REFERÊNCIAS

- ABAURRE, M. E. O.; ZANÚNCIO JUNIOR, J. S.; BALBINO, J. M. de S.; GUARÇONI, R. G.; COSTA, H. **Framboeseira: cultivo e pós-colheita na Região Serrana do Espírito Santo**. Vitória: Incaper, 2017.
- ALVARADO-RAYA, H. E.; AVITIA-GARCÍA, E.; CASTILLO-GONZÁLEZ, A. M. Production of ‘Autumn Bliss’ raspberry with different cane densities in the Valley of Mexico. **Revista mexicana de ciências agrícolas**, v. 7, n. 1, p. 17–29, 2016.
- BORTOLINI, A. J. **Avaliação de diferentes sistemas de condução para a cultura da framboeseira no Planalto Sul Catarinense**. 2016. 75 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2016.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos do INMET**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/#>. Acesso em: 15 mar. 2022.
- KIREVA, R.; MIHOV, M. Study of the influence of irrigation norms on the productivity of raspberry plantations. **Mechanization in agriculture & Conserving of the resources**, v. 67, n. 1, p. 26–27, 2021.
- MORO, L.; HASSIMOTTO, N. M. A.; PURGATTO, E. Postharvest Auxin and Methyl Jasmonate Effect on Anthocyanin Biosynthesis in Red Raspberry (*Rubus idaeus* L.). **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 36, n. 3, p. 773–782, 2017.
- 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, p. 1714–1721, 2012.
- OLIVEIRA, J. R.; SILVA, J. V.; AMOURIM, M.; SANTOS, M.; BATISTA, A. PRODUÇÃO DE PEQUENAS FRUTAS NO BRASIL: UM MERCADO EM POTENCIAL. **Enciclopédia Biosfera**, v. 17, n. 33, 2020.
- RUFATO, A. de R.; ANTUNES, L. E. C. Técnicas de produção de framboesa e mirtilo. Embrapa Clima Temperado, p. 90, 2016.
- SANTOS, M. F. S.; SOMMER, V. B.; COSTA, H. T. T.; NERBASS, F. R.; FAGHERAZZI, M. M.; SANTOS, M. F. S. dos; KRETZSCHMAR, A. A. **Desempenho agrônômico de cultivares de framboesa na serra catarinense**. Lages: UDESC, 2018.
- SBCS/ CQFS. **Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. 376 p., Porto Alegre, 2016.
- TEZOTTO-ULIANA, J.; KLUGE, R. Framboesa: cultura alternativa para pequenas propriedades rurais em regiões subtropicais. **Série Produtor Rural**, n. 55, 2013.
- WREGGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JUNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. de. **Atlas climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. 2. ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2012.

5 AVALIAÇÃO DO PERFIL OXIDATIVO E VIABILIDADE CELULAR EM DIFERENTES CULTIVARES DE FRAMBOESEIRA

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo avaliar o perfil oxidativo e a viabilidade celular dos frutos de diferentes cultivares de framboeseira de segundo ano localizadas no pomar da área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Campus Chapecó-SC. O experimento foi conduzido sob um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 3 tratamentos representados pelas cultivares *heritage*, *fallgold* e *autumn bliss* e 8 repetições para cada tratamento. As variáveis avaliadas nesta etapa foram: Sólidos Solúveis (SS), Açúcar Total (ATot), Açúcar Redutor (ARed), Compostos Fenólicos Totais (CFT), Vitamina C (VC), Viabilidade Celular e Análises de estresse oxidativo avaliados por marcadores pró-oxidantes, através das análises de óxido nítrico (ON), substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), pelo indicador de estresse e pró-inflamatório mieloperoxidase (MPO); e pelo marcador antioxidante exógeno do conteúdo de vitamina C. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando significativos comparados por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade, por meio do software R Studio. Verificou-se que durante o período da safra os frutos das cultivares *heritage*, *autumn bliss* e *fallgold* não apresentam diferenças significativas nas variáveis SS, ATot, ARed e CFT, já na safra a *autumn bliss* e *fallgold* apresentam maior SS e ATot. Os frutos da cultivar *Heritage* apresentam maior concentração de Vitamina C. A alteração da viabilidade celular foi verificada nos frutos das cultivares *Heritage* e *Fallgold*. Concluiu-se que as cultivares avaliadas podem sofrer alteração na sua composição nutracêutica por influência do período e das condições climáticas do local de cultivo; extratos de framboesa se apresentam seguros para o consumo humano nas concentrações corretas; as cultivares *heritage* e *fallgold* promovem aumento das concentrações do antioxidante vitamina C em células saudáveis do sangue humano contribuindo para o bom funcionamento do organismo.

Palavras-chave: *Rubus idaeus* L., *Fallgold*, *Heritage*, *Autumn Bliss*.

ABSTRACT

The present study aims to evaluate the oxidative profile and cell viability in different second-year raspberry cultivars located in the orchard of the experimental area of the Federal University of Fronteira Sul – UFFS, Campus Chapecó-SC. The experiment was carried out under a completely randomized design (DIC) with 3 treatments represented by the cultivars Heritage, Fallgold and Autumn Bliss and 8 replications for each treatment. The variables evaluated in this step were: Soluble Solids (SS), Total Sugar (TS), Reducing Sugar (RS), Total Phenolic Compounds (TPC), Vitamin C (VC), Cell Viability and Oxidative Stress Analysis evaluated by pro-oxidants, through analysis of nitric oxide (NO), thiobarbituric acid reactive substances (TBARS), by the stress indicator and pro-inflammatory myeloperoxidase (MPO); and by the exogenous antioxidant marker of vitamin C content. The data obtained were submitted to analysis of variance (ANOVA) and, when significant, compared using the Tukey test at 5% probability, using the R Studio software. It was found that in the harvest the cultivars Heritage, Autumn Bliss and Fallgold do not show significant differences in the variables SS, TS, RS and TPC, while in the off-season Autumn Bliss and Fallgold present higher SS and TS. The Heritage cultivar has a higher concentration of Vitamin C. The change in cell viability was verified in the Heritage and Fallgold cultivars. It was concluded that the evaluated cultivars may undergo alteration stout in their nutraceutical composition by influence of the period and climatic conditions of the growing site; raspberry extracts are safe for human consumption at the correct concentrations; heritage and fallgold cultivars promote increased concentrations of the antioxidant vitamin C in healthy human blood cells contributing to the proper functioning of the body

Keywords: *Rubus idaeus* L.. *Fallgold*. *Heritage*. *Autumn Bliss*.

5.1 INTRODUÇÃO

O consumo de frutos tem aumentado mundialmente, visando atender aos novos hábitos alimentares da sociedade moderna, em busca de alimentos mais saudáveis (SILVA; CLARO, 2019). Eles são exemplos importantes de alimentos funcionais, devido a sua abrangente composição química. A maioria dos frutos contém, além dos nutrientes essenciais e de micronutrientes como minerais, fibras e vitaminas, outros compostos secundários de natureza fenólica (WOLFENDEN et al., 2021).

Os pequenos frutos, também cohecidas como “*berries*”, apesar de possuírem dimensões reduzidas, possuem uma vasta gama de propriedades funcionais que podem ser utilizadas como nutracêuticos (OLIVEIRA et al., 2020). Conforme Manganaris et al. (2014), os principais compostos que podem ser encontrados nestes alimentos são antocianinas, ácido elágico, compostos fenólicos e carotenoides, destacando-se, especialmente, frutos de coloração vermelho intensa.

Os frutos, oriundos de plantas da família das Rosáceas (morango, amora, framboesa), são ótimas fontes de compostos bioativos. Estes frutos apresentam grandes quantidades de nutracêuticos e podem atuar como antioxidante ajudando na prevenção de doenças inflamatórias, cardiovasculares e, inclusive, na redução do risco de desenvolvimento de atividades cancerígenas (SKROVANKOVA et al., 2015).

Acredita-se que a crescente demanda por nutracêuticos é paralela ao pedido de mais alimentos e elementos naturais que promovam a saúde, pesquisas sobre a composição bioativa dos pequenos frutos estão sendo importantes para seleção de cultivares com propriedades antioxidantes, os quais são relevantes principalmente para a indústria alimentícia e farmacêutica (SEGANTINI et al., 2015).

A composição e quantidade de compostos bioativos nos frutos são variáveis e podem alterar de acordo com a cultivar ou variedade, local de cultivo, condições ambientais, nutrição das plantas, estágio de maturação, época da colheita, bem como as condições de armazenamento ou métodos de processamento subsequentes (SANTOS et al., 2018).

Diante do exposto e considerando a possível variabilidade quantitativa e qualitativa de compostos bioativos nos frutos de framboeseira (*Rubus idaeus* L.) buscou-se por meio deste estudo, analisar os compostos nutracêuticos presentes nos frutos de diferentes cultivares e testar a sua atividade antioxidante *in vitro*.

5.2 METODOLOGIA

As framboesas foram adquiridas do pomar situado a uma latitude de 27°07'11"S, longitude de 52°42'30" O e a uma altitude de 605 metros em relação ao nível do mar. O clima do local, segundo a classificação de Köppen, é de categoria C, subtipo Cfa (Clima Subtropical úmido), com inverno frio e úmido e verão moderado e seco. O solo é denominado Latossolo Vermelho Distroférico (WREGGE et al., 2012).

Os dados meteorológicos foram obtidos por meio do banco de dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), para verificação de informações referentes à precipitação pluviométrica (mm), variação de temperatura média (°C) e a umidade relativa do ar (%), durante o período de realização do experimento.

O experimento foi conduzido sob um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com 3 tratamentos representados pelas cultivares *Heritage*, *Fallgold* e *Autumn Bliss* e 8 repetições para cada tratamento.

Os frutos avaliados nesta etapa foram colhidos durante a safra 2020 – 2021 e safrinha 2021. Para a colheita dos frutos foi adotado um plano de amostragem sistemático por cultivar e por metro, onde a colheita foi realizada a cada três dias sempre no período da manhã. Os frutos foram colhidos em estágio de maturação de baga madura, conforme metodologia adaptada de Hussain et al. (2016), sendo colhidos e armazenados diretamente em caixa térmica, após estes frutos foram devidamente identificados e encaminhados ao laboratório para higienização e análise de sólidos solúveis. Posteriormente, foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas a uma temperatura de -80°C até o momento das análises.

As amostras foram compostas por 10 g de frutos, as quais foram maceradas na mesma quantidade de água destilada resultando em um extrato aquoso e este utilizado para as demais análises contempladas neste estudo. As análises de cultivo celular com extratos, avaliação de citotoxicidade pela técnica de MTT (3-(4,5-dimetiltiazol-2yl)-2,5-difenil brometo de tetrazolina) e análises dos parâmetros de estresse oxidativo foram realizadas apenas com os frutos obtidas do período da safra.

5.2.1 Sólidos Solúveis - SS

Os sólidos solúveis foram determinados por leitura em refratômetro de bancada durante todo o período da colheita. Utilizaram-se 5 frutos para cada metro em estudo, sendo que para cada colheita foi realizada uma nova leitura. Posteriormente, estes dados foram

compilados e realizado o cálculo da média aritmética para cada cultivar. Os resultados foram expressos em grau Brix ($^{\circ}$ Brix) por 100 g de fruto fresco, sendo essa metodologia adaptada de Lugaresi et al. (2017).

5.2.2 Açúcares Totais – Atot

Nesta etapa adotou-se a metodologia colorimétrica descrita por Dubois et al. (1956). As amostras de suco foram filtradas em papel filtro e diluídas em água destilada na proporção de 1:500. Após, a alíquota de 0,5 mL da amostra foi inserida em tubo de ensaio, com o mesmo volume de fenol 5% e 2,5 mL de ácido sulfúrico PA, ficando em repouso por 10 minutos. Depois, os tubos foram agitados por 30 segundos, sendo mantidos novamente em repouso por 20 minutos. Posteriormente, a absorbância das amostras foi analisada a 490 nm em espectrofotômetro. Para a calibração das curvas de amostras foram realizadas soluções de frutose, glicose e sacarose, preparadas em diluições seriadas entre $0,0001 \text{ g L}^{-1}$ e 1 g L^{-1} , padronizando-se o mesmo método para as amostras. A concentração de açúcares foi expressa em percentual (%).

5.2.3 Açúcares Redutores – Ared

Seguindo a metodologia adaptada de Vasconcelos et al. (2013) foi quantificado o teor de açúcares redutores em glicose no suco, através do método DNS (ácido 3,5-dinitrosalicílico). As amostras de suco foram filtradas em papel filtro e diluídos em água destilada na razão 1:500.

Utilizando tubos de ensaio, foram inseridas alíquotas de 1,5 mL da amostra e o mesmo volume de solução reativa DNS, sendo levemente agitada. Após, as amostras permaneceram 10 minutos em banho-maria à 100°C , seguido do resfriamento em temperatura ambiente procedeu-se com a leitura da absorbância das amostras em espectrofotômetro, utilizando o comprimento de onda de 540 nm. A curva de calibração para a leitura das amostras de suco foi preparada com solução de glicose PA, em diluições seriadas entre $0,0001 \text{ g L}^{-1}$ e 1 g L^{-1} , padronizando-se o mesmo método para as amostras. A concentração de açúcares foi expressa percentual (%).

5.2.4 Compostos Fenólicos Totais – CFT

A quantificação dos CFT ocorreu pelo método de Folin-Ciocalteu descrito por Singleton e Rossi (1965) e modificado por Georgé et al. (2005). Amostras de suco foram filtradas em papel filtro e diluídos em água destilada na razão 1:250. Em seguida, utilizando tubos de ensaio, foram inseridas alíquotas de 0,5 mL do extrato descrito com 2,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu e mantidas em repouso por cinco minutos sob temperatura ambiente. Em seguida foram adicionados 2,0 mL de carbonato de sódio à 4% e a solução incubada a temperatura ambiente, no escuro, por duas horas. Após, foi realizada a leitura em espectrofotômetro em $\lambda=760\text{nm}$. Utilizou-se ácido gálico (AG) como um padrão para a curva de calibração, a qual foi construída nas concentrações de $0,0001\text{ g L}^{-1}$ e 1 g L^{-1} de AG. Os resultados foram expressos em gramas de EAG por 100 mL^{-1} de suco.

5.2.5 Vitamina C – VC

Amostras de suco foram filtradas em papel filtro e diluídos em água destilada na razão 1:250. Em seguida, utilizando uma microplaca foram inseridas alíquotas de $100\ \mu\text{L}$ em triplicatas, seguidas da adição de $25\ \mu\text{L}$ de água destilada, $25\ \mu\text{L}$ de TCA 13,3% e, por último, $20\ \mu\text{L}$ de DNPH, imediatamente estas foram incubadas por 2 horas a 37°C e após realizou-se a leitura em espectrofotômetro a 520 nm . A curva de calibração seguiu as seguintes concentrações de Ácido Ascórbico (0, 10, 20, 30 e $40\ \mu\text{L}$). Os resultados foram expressos em gramas por 100 mL de suco (JACQUES-SILVA et al., 2001).

5.2.6 Cultivo celular e tratamento com os extratos

Os protocolos de avaliação de citotoxicidade e parâmetros de estresse oxidativo a partir de frutos de diferentes cultivares de framboeseira foram avaliados em células saudáveis da linhagem de fibroblastos HFF-1 obtidas no Banco de Células do Rio de Janeiro (BCRJ), com código 0275. As células foram mantidas em incubadora umidificada a 37°C com saturação de 5% de CO_2 (Thermo Scientific™), sendo cultivadas utilizando o meio de cultivo DMEM (Do inglês, *Dulbecco's Modified Eagle Medium*) suplementado com 10% de soro fetal bovino, acrescido de 1% de antibiótico e antifúngico (penicilina/estreptomicina 10 mg mL^{-1} e anfotericina B $0,25\ \mu\text{g mL}^{-1}$, respectivamente). Diariamente, as células foram avaliadas e o meio de cultivo trocado a cada dois dias até atingir a confluência necessária para

realização dos protocolos experimentais. Ao obter o quantitativo de células necessárias para análises de citotoxicidade e parâmetros de estresse oxidativo, as mesmas foram destacadas da garrafa de cultivo utilizando Tripsina/EDTA (ácido etileno diamino tetra acético) e semeadas em placas de 96 ou 6 poços de acordo com o protocolo e novamente incubadas.

Após incubação das placas para os ensaios as células foram tratadas por 24 horas com os extratos aquosos dos frutos de três diferentes cultivares de framboeseira (*Autum bliss*, *Heritage* e *Fallgold*), os quais foram diluídos utilizando o meio de cultivo DMEM ((Dulbecco Modification of. Minimum Essential Media). Inicialmente preparou-se uma solução concentrada de $10.000 \mu\text{g mL}^{-1}$, a qual foi filtrada e, posteriormente, foram preparadas as concentrações de tratamento, sendo essas 5000, 1000, 500, 250, 100, 50 e $25 \mu\text{g mL}^{-1}$, estas concentrações dos compostos utilizados foram definidas considerando estudos anteriores e ensaio piloto. O controle da reação foi realizado utilizando apenas o meio de cultivo (PERES; CURI, 2005).

5.2.7 Avaliação de citotoxicidade pela técnica de MTT

A avaliação da viabilidade celular e citotoxicidade foram executadas em células saudáveis HFF-1 utilizando o reagente de ensaio MTT (brometo de 3-(4,5-dimetil-tiazol-2-il)-2,5-difeniltetrazólio). O MTT na concentração de 5 mg mL^{-1} em tampão fosfato salino foi adicionado nas placas de 96 poços após o tratamento com o extrato aquoso dos frutos das cultivares de framboesa. Este reagente possui coloração amarelada e é incorporado às células viáveis, sendo sequencialmente reduzido, pela atuação de enzimas desidrogenases ao sal formazan, o qual apresenta uma coloração púrpura, sequencialmente o sal formazan foi solubilizado pela adição do reagente dimetilsulfóxido (DMSO) e quantificado em espectrofotômetro a 560 nm. A intensidade de cor é proporcional à quantidade de células viáveis, e os resultados foram expressos em percentual de células viáveis em relação ao controle (FUKUI; YAMABE; ZHU, 2010).

5.2.8 Análises dos parâmetros de estresse oxidativo

Os protocolos de estresse oxidativo foram avaliados por marcadores pró-oxidantes, que incluíram as análises de óxido nítrico (ON), substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e pelo indicador de estresse e pró-inflamatório mieloperoxidase (MPO); e pelo marcador antioxidante exógeno do conteúdo de vitamina C.

5.2.8.1 Análise de óxido nítrico (ON)

O protocolo de ON detecta a presença de nitrito orgânico no sobrenadante celular pela utilização do reagente de Griess conforme protocolo modificado de Choi et al. (2012). Para tal pipetou-se 100 μL de amostra e 100 μL do reagente de Griess e incubou-se por 15 minutos à temperatura ambiente, seguido de leitura a 540 nm, sendo os resultados expressos em porcentagem em relação ao controle.

5.2.8.2 Análise de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS)

A avaliação de TBARS foi realizada pelo protocolo de Jentzsch et al. (1996) com adaptações. Essa técnica teve como objetivo medir a formação de malondialdeído (MDA), que compreende uma substância formada pela reação das espécies reativas com os lipídios de membrana, que é denominado lipoperoxidação (LPO), a qual ocasiona alterações de membrana e perda de permeabilidade (JENTZSCH et al., 1996).

Para o procedimento experimental pipetou-se 25 μL de água destilada, 5 μL de hidroxitolueno butilado 10 mM (BHT), 295 μL de ácido fosfórico 1%, 25 μL de lauril sulfato de sódio 8,1%, 125 μL de ácido tiobarbitúrico (TBA) e 50 μL de amostra e incubou-se os tubos de ensaio por 1 hora à 95 ° C, seguido de leitura em espectrofotômetro à 532 nm, sendo os resultados obtidos expressos em nmol MDA mL^{-1} .

5.2.8.3 Análise de mieloperoxidase (MPO)

A MPO compreende uma enzima pró-inflamatória e pró-oxidante, liberada em locais de dano e lesão. O procedimento experimental foi executado conforme Suzuki et al. (1983), onde pipetou-se 12 μL de amostra e sequencialmente, 148 μL de aminoantipirina 25 mM e 170 μL peróxido de hidrogênio, sequencialmente incubou-se por 30 minutos à 37° C e procedeu-se a leitura a 492 nm. Os resultados foram expressos em mM de quinoneimina produzido em 30 minutos (SUZUKI et al., 1983).

5.2.8.4 Análise do conteúdo de vitamina C

A análise de vitamina C foi realizada com base no método de Jacques-Silva et al. (2001) com adaptações. A vitamina C, também denominada de ácido ascórbico, possui função de antioxidante exógeno, transformando as espécies reativas em formas inertes.

Para realização do protocolo laboratorial pipetou-se 100 µL de amostra, 25 µL de água destilada, 25 µL de ácido tricloacético (TCA) 13,3% e 20 µL de 2,4 dinitrofenilhidrazina (DNPH), incubou-se as placas a 37 °C por 120 minutos. Ao final da incubação, a reação foi parada com a adição de 130 µL de ácido sulfúrico 65%, e procedeu-se a leitura de absorbância em 520 nm. Os resultados foram expressos em g L⁻¹ (JACQUES-SILVA et al., 2001).

5.2.9 Análise estatística

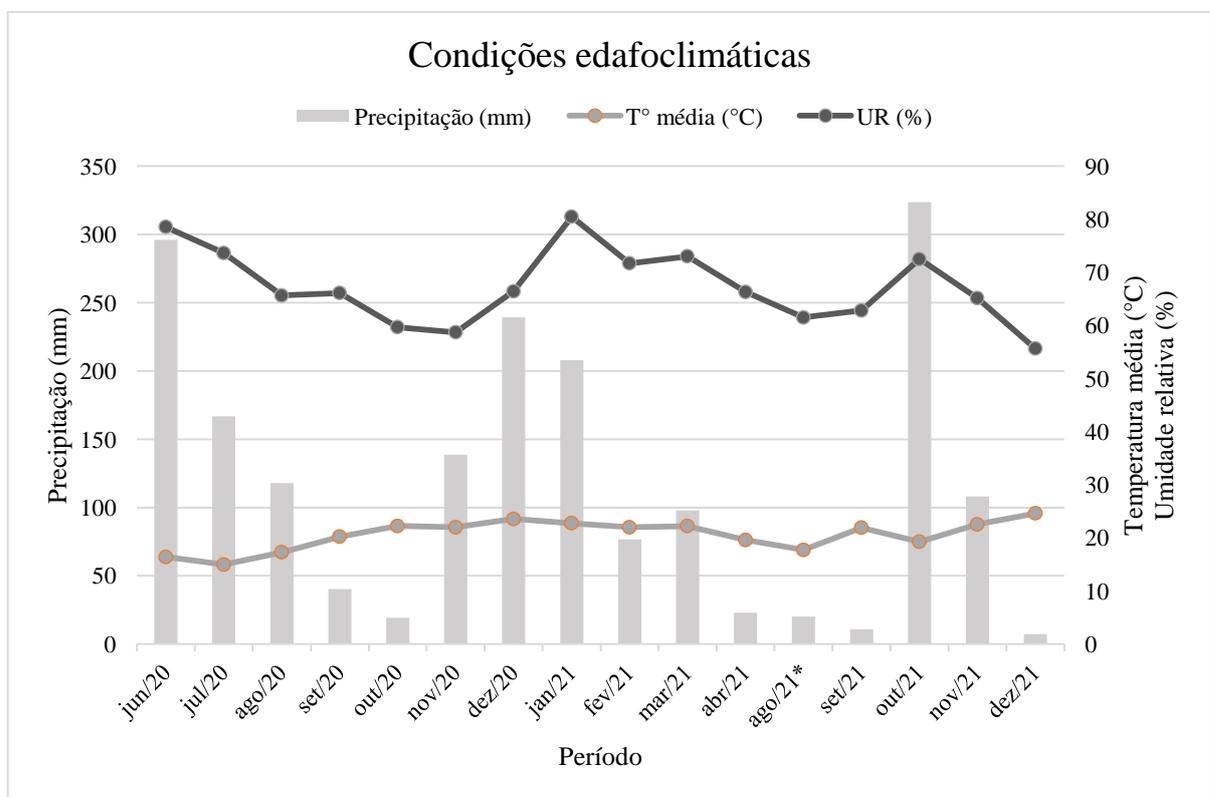
Os dados obtidos quanto a SS, ATot, ARed, CFT e VC foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando significativos comparados por meio do teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do software R Studio. As variáveis referentes ao estresse oxidativo (ON, TBARS, MPO e Vit. C) foram submetidas a análises estatísticas no software GraphPad Prism 7.0, versão teste para acadêmicos. As diferenças entre os grupos em relação às variáveis do estudo foram avaliadas por meio da análise de variância (ANOVA) de uma via, seguido de pós-teste de Tukey. Os resultados dos parâmetros analisados foram expressos de forma gráfica e apresentados como média e desvio padrão. Considerou-se estatisticamente significantes as diferenças em que a probabilidade de rejeição da hipótese nula foi menor que 5% ($p < 0,05$).

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de sólidos solúveis na fruticultura é uma variável importante, seja para frutos consumidos *in natura* ou industrializados (FARIA et al., 2013). Os resultados para sólidos solúveis encontrados neste trabalho em ambos os períodos de colheita se mostram coerentes com os encontrados na literatura. Gomes et al. (2017) obtiveram resultados com 4,1 graus brix para framboesas vermelhas. Os sólidos solúveis totais das framboesas Kweli e Tulameen variaram entre 9,0 a 11,9 g/100g (ANJOS et al., 2020). Esta diferença de valores possivelmente esteja relacionada às diferentes cultivares utilizadas nos diferentes estudos, localização geográfica e ao clima local.

Neste estudo (Tabela 7) pode-se observar que durante o período de safrinha com menor índice pluviométrico (Figura 6) o teor sólidos solúveis (SS) e açúcares totais (ATot) aumentaram significativamente para todas as cultivares em estudo, apresentando-se superior em relação ao obtido na safra principal, fato que pode ser justificado pela desidratação sofrida pelas plantas e frutos e simultâneo aumento de sólidos por efeito da pressão osmótica (RAOULT-WACK, 1994).

Figura 6. Precipitação média mensal, temperatura média e umidade relativa do ar no período de junho/2020 a dezembro/2021.



*Início do período safrinha. Fonte: Adaptado de INMET (2021).

As variáveis SS, ATot, ARed, CFT não apresentam diferenças significativas entre os frutos das cultivares avaliadas, durante o período da safra, no entanto, para a variável VC a cultivar *Heritage* se destaca das demais em ambas as safras, safra principal e safrinha, indicando um potencial antioxidante superior (Tabela 7).

Durante o período da safrinha a cultivar *Heritage* apresentou SS e ATot menor em relação as cultivares *Autumn Bliss* e *Fallgold*. Para a variável ARed, a cultivar *Heritage* destaca-se, seguida da cultivar *Fallgold* e a *Autumn Bliss* todas com diferenças significativas entre si. Os CFT apresentaram diferença significativa entre os períodos de safra e safrinha,

destacando-se a cultivar *Fallgold* durante o período da safrinha pela sua superioridade sobre as demais (Tabela 7).

As variáveis ATot e ARed são variáveis importantes a serem avaliadas na fruticultura, pois possuem uma relação direta sobre a aceitabilidade da fruta pelo consumidor final.

Os resultados obtidos para ATot neste trabalho se mostram superior ao encontrado por Yang et al. (2020), quando avaliou três cultivares de framboeseira e obteve resultados de 4,62 a 7,48% para ATot, além de se apresentarem superior nos frutos colhidos no período de safrinha, exceto para a cv. Heritage, porém se assemelham aos resultados obtidos para a variável ARed (1,81 a 4,01%), o mesmo foi verificado nas duas colheitas, safra e safrinha, onde não diferiram entre si (Tabela 7). A diferença aqui expressa pode ser justificada em virtude de que as cultivares e locais de cultivo são distintos.

Tabela 7. Sólidos Solúveis, Concentração de Açúcares Totais, Açúcares Redutores, Compostos Fenólicos Totais e Vitamina C nas cultivares de framboeseira *Heritage*, *Autumn Bliss* e *Fallgold* durante os períodos de Safra e Safrinha.

Período Safra					
Tratamentos ⁽¹⁾	SS	ATot	ARed	CFT	VC
	g 100 mL ⁻¹	%	%	mg 100 mL ⁻¹	mg 100 mL ⁻¹
<i>Heritage</i>	7,71aB	8,95 aA	2,71 aA	163 aA	47,05 aA
<i>Autumn Bliss</i>	7,52 aB	7,98 aB	2,99 aA	113 aA	30,20 bA
<i>Fallgold</i>	7,93 aB	7,79 aB	2,64 aA	125 aA	32,86 bA
CV %	14,80	16,19	34,38	44,08	23,30
Período Safrinha					
Tratamentos ⁽¹⁾	SS	ATot	ARed	CFT	VC
	g 100 mL ⁻¹	%	%	mg 100 mL ⁻¹	mg 100 mL ⁻¹
<i>Heritage</i>	9,00 bA	11,18 bA	3,12 aA	21 bB	48,07 aA
<i>Autumn Bliss</i>	11,62 aA	12,70 aA	1,40 cA	18 bB	23,54 bB
<i>Fallgold</i>	11,00 aA	12,16 aA	2,54 bA	87 aB	22,45 bB
CV %	10,00	5,76	18,25	11,44	16,21

⁽¹⁾ Médias seguidas de letras minúsculas distintas, nas colunas, indicam diferença entre os tratamentos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ⁽²⁾ Médias seguidas de letras maiúsculas distintas indicam diferença entre o período de safra e safrinha pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os compostos fenólicos são elementos funcionais importantes no organismo humano, estes apresentam efeitos diretos no metabolismo HDL (colesterol bom), apresentando ainda ações anticarcinogênicas e antitrombóticas (GHISELLI et al., 2000).

Os resultados obtidos para CFT durante o período de safra se mostram similares a composição fenólica global para framboesas em sistemas convencionais (129,98 - 343,9 mg de fenóis totais/100g (CÂMARA, 2019). Em contrapartida, os resultados obtidos para esta mesma variável em período safrinha, a partir da manutenção das hastes velhas, demonstram um declínio de 87,12% para cultivar *Heritage*, 84,07% *Autumn Bliss* e 30,4% *Fallgold* (Tabela 7).

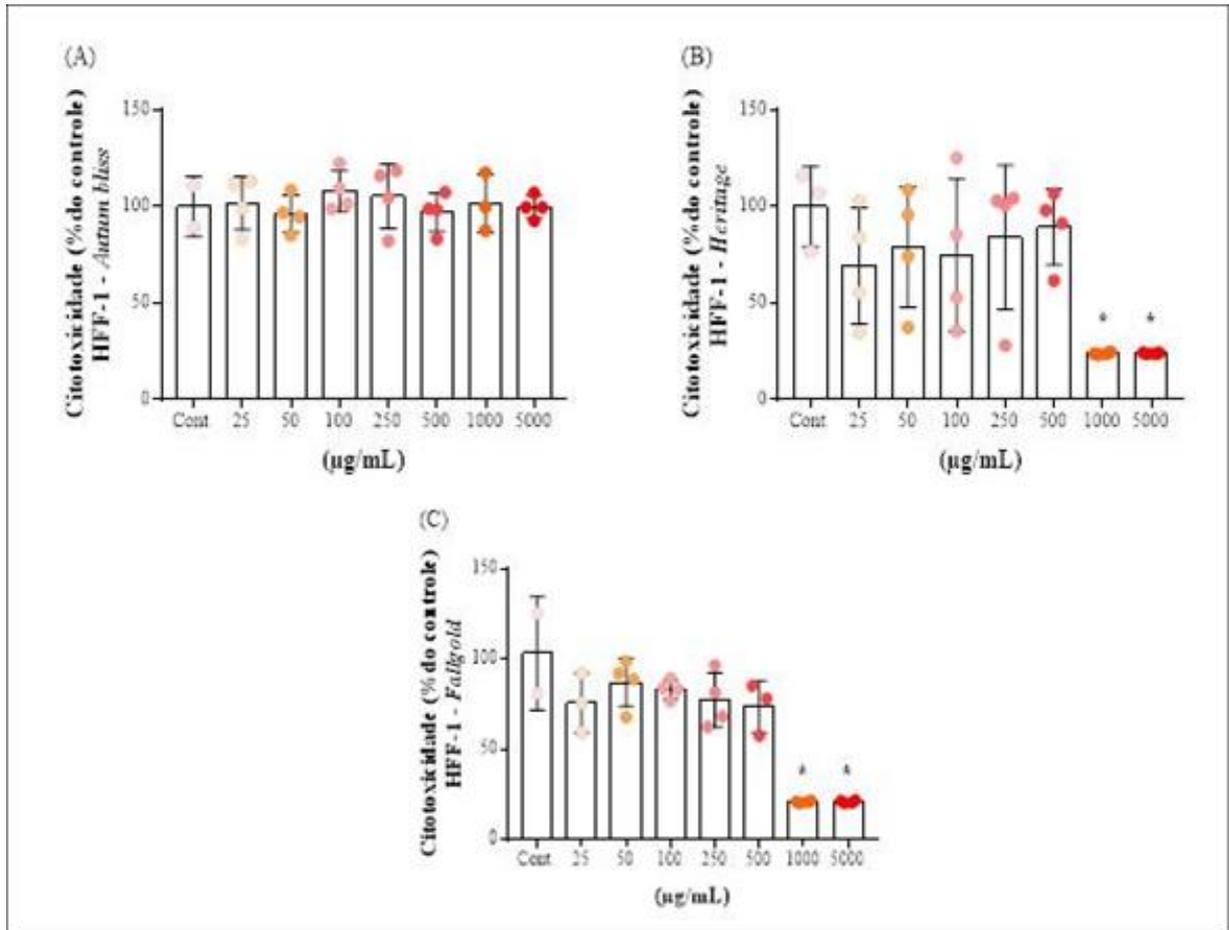
A composição fenólica dos frutos de *Rubus idaeus L.*, e o seu conteúdo em compostos fenólicos pode sofrer alteração por influência de diversos fatores, principalmente em função do tipo de cultivo e a época de colheita (CÂMARA, 2019).

O genótipo e as práticas agrícolas podem afetar significativamente a composição fenólica em cultivares de framboesas cultivadas sobre as mesmas condições ambientais (ANJOS et al., 2020). Levando em consideração que a época de colheita para safra e safrinha ocorreu em períodos similares, o manejo realizado “poda” para manutenção das hastes velhas e posterior produção pode ter ocasionado a diferença expressiva na composição fenólicas das cultivares avaliadas (Tabela 7).

Em se tratando da Vitamina C, os resultados obtidos se mostram coerentes quando comparados aos encontrados por Curi et al. (2014), com a cultivar *Autumn* (45,9 a 76,3 mg em 100 g). A superioridade da cultivar *Heritage* sobre as demais provavelmente está associada a uma característica individual da cultivar.

Observa-se que a cultivar *Autumn Bliss* não altera a viabilidade celular independente da dosagem de extrato utilizado (Figura 7A). As cultivares *Heritage* e *Fallgold* alteram a viabilidade celular causando mortalidade das células viáveis quando expostas as dosagens elevadas (Figura 7B e 7C).

Os resultados da avaliação de citotoxicidade indicaram que o extrato do cultivar *Autum bliss* não promove morte celular em nenhuma concentração testada, mantendo a viabilidade celular estável. Os extratos das cultivares *Heritage* e *Fallgold* apresentaram morte celular das células saudáveis apenas em concentrações mais elevadas (1000 e 5000 $\mu\text{g mL}^{-1}$), sendo que concentrações menores (25 a 500 $\mu\text{g mL}^{-1}$) mantiveram a viabilidade celular. Desta forma, o extrato do cultivar este *Autumn bliss* e dos cultivares *Heritage* e *Fallgold* em concentrações menores se apresentam seguro para utilização como possíveis adjuvantes terapêuticos e coadjuvantes alimentares.

Figura 7. Resultados de citotoxicidade celular avaliados em três cultivares de framboesa

Legenda: Avaliação de citotoxicidade do extrato aquoso de diferentes cultivares de framboesa (*Rubus idaeus* L.) em células saudáveis HFF-1 pela técnica de MTT. (A) Cultivar *Autum bliss*, (B) Cultivar de framboesa *Heritage*, (C) Cultivar de framboesa *Fallgold*.

Devido à presença de citotoxicidade em maiores concentrações, os extratos de *Heritage* e *Fallgold* foram avaliados com o intuito de verificar se os mesmos promovem algum dano oxidativo em células saudáveis. Observa-se que a cultivar *Heritage* não altera as variáveis ON, TBARS E MPO quando comparadas ao controle, diferente da concentração de vitamina C promoveu mudanças no estado oxidativo para todas as concentrações avaliadas.

Tabela 8. Resultados dos parâmetros de Estresse Oxidativo analisados nas cultivares de framboeseira *Heritage* e *Fallgold*.

Dose	<i>Heritage</i>			
	ON	TBARS	MPO	Vit.C
0	99,65±17,9	15,69±2,8	0,77±0,01	3,52±0,04
25	106,9±17,9	19,17±1,5	0,75±0,03	10,4±0,51*
50	96,53±5,6	23,8±4,8	0,76±0,04	11,5±0,31*

100	99,65±15,0	26,29±16,1	0,77±0,04	11,68±0,16*
250	101,4±12,3	33,53±25,5	0,81±0,09	10,24±0,38*
500	102,4±10,0	24,26±10,8	0,79±0,02	11,61±0,41*
1000	99,66±13,0	20,15±2,9	0,79±0,02	11,32±0,52*
5000	100,7±6,7	20,85±3,0	0,86±0,17	11,02±0,29*
<i>Fallgold</i>				
Dose	ON	TBARS	MPO	Vit.C
0	99,54±3,2	12,16±0,2	0,72±0,02	3,52±0,04
25	101,9±3,4	17,37±6,5	0,72±0,01	11,32±0,52*
50	107,4±4,8	12,39±1,1	0,73±0,01	11,02±0,29*
100	110,6±3,6*	12,51±0,7	0,78±0,10	11,59±0,54*
250	113,9±4,7*	11,93±0,5	0,74±0,03	10,95±0,46*
500	116,2±2,3*	17,31±6,5	0,72±0,01	11,87±0,12*
1000	120,4±5,4*	16,83±8,2	0,72±0,01	12,28±0,20*
5000	109,3±6,60*	13,2±0,5	0,81±0,15	11,43±0,10*

Legenda: Análise dos parâmetros de estresse oxidativo nas cultivares *Heritage* e *Fallgold*. O protocolo laboratorial de realização das análises encontra-se descrito na metodologia. Os dados foram expressos em média ± desvio padrão. Os dados foram analisados pelo teste ANOVA, seguido de pós-teste de Tukey, asteriscos indicam $p < 0,05$. Cont= Controle. ON= Óxido nítrico. TBARS: Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico. MPO= Mieloperoxidase. Vit. C= Conteúdo de vitamina C.

Observou-se que o extrato aquoso do cultivar *Fallgold* apresenta um aumento do quantitativo de nitritos orgânicos em relação ao controle este resultado isolado não deve ser considerado um indicador de que esta cultivar promove o estresse oxidativo, pois o ON também possui funções benéficas no organismo, atuando como vasodilatador, diminuindo a pressão arterial e atuando como neurotransmissor, participando do aprendizado e memória (CERQUEIRA, YOSHIDA, 2002).

Desta forma, indica-se que análises complementares da cultivar *Fallgold* devem ser realizadas para obtenção de maiores informações quanto ao seu emprego na indústria farmacêutica e alimentícia. As variáveis TBARS e MPO não apresentaram diferença significativa em relação ao estado oxidativo. Para a variável Vitamina C houve alteração do estado oxidativo em relação ao controle porém não apresenta diferença estatística entre as dosagens avaliadas.

Ressalta-se como um importante resultado mostrado nesse estudo a comprovação de que as cultivares *Heritage* e *Fallgold* promovem o aumento das concentrações do antioxidante vitamina C em relação ao controle. A vitamina C é de extrema importância para o organismo humano, sendo responsável pelo crescimento e fortalecimento celular, auxilia no combate a infecções, na absorção do ferro e na redução de triglicerídeos; ainda é responsável pelo fortalecimento do sistema imunológico (MANGELA; MARTINS, 2021).

5.4 CONCLUSÃO

Conclui-se que o período de colheita e as condições ambientais do local de cultivo podem influenciar na composição nutracêutica dos frutos das cultivares avaliadas.

No período da safra, as variáveis relacionadas à presença de açúcares, foram inferiores ao período de safrinha.

A cultivar *Heritage* apresentou melhores resultados no que se refere ao teor de Vitamina C em ambos os períodos avaliados, indicando superioridade como potencial antioxidante.

As cultivares *Heritage* e *Fallgold* alteram a viabilidade celular em dosagens superiores a 1000 µg mL, enquanto que para a cultivar *Autumn Bliss* não há essa verificação.

REFERÊNCIAS

- ANJOS, R.; COSME, F.; GONÇALVES, A.; NUNES, F. M.; VILELA, A.; PINTO, T. Effect of agricultural practices, conventional vs organic, on the phytochemical composition of ‘Kweli’ and ‘Tulameen’ raspberries (*Rubus idaeus* L.). **Food Chemistry**, v. 328, p. 126833, 2020.
- CÂMARA, M. B. D. Framboesas de produção biológica têm mais compostos fenólicos. **Pequenos Frutos**, p. 6, 2019.
- CERQUEIRA, N. F.; YOSHIDA, W. B. Óxido nítrico: revisão. **Acta Cirúrgica Brasileira**, v. 17, n. 6, 2002.
- CHOI, W. S.; SHIN, P. G.; LEE, J. H.; KIM, G. D. The regulatory effect of veratric acid on NO production in LPS-stimulated RAW264.7 macrophage cells. **Cellular Immunology**, vol. 280, no. 2, p. 164–170, 2012.
- 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.
- DUBOIS, K. M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances. **Analytical Chemistry**, v. 28, n. 3, mar. 1956.
- FARIA, P. N.; LAIA, G. A.; CARDOSO, K. A.; FINGER, F. L.; CECON, P. R. Estudo da variabilidade genética de amostras de pimenta (*Capsicum chinense* Jacq.) existentes num banco de germoplasma: um caso de estudo. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 17–22, 2013.
- FUKUI, M.; YAMABE, N.; ZHU, B. T. Resveratrol Attenuates the Anticancer Efficacy of Paclitaxel in Human Breast Cancer Cells In Vitro and In Vivo. **European Journal of Cancer**, vol. 46, no. 10, p. 1882–1891, 2010.
- GEORGÉ, S.; BRAT, P.; ALTER, P.; AMIOT, M. J. Rapid Determination of Polyphenols and Vitamin C in Plant-Derived Products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 5, p. 1370–1373, 2005.
- GHISELLI, A.; NATELA, F.; GUIDI, A.; MONTANARIA, L.; FANTOZZI, P.; SCACCINI, S. Beer increases plasma antioxidant capacity in humans. **The Journal of nutritional biochemistry**, v. 11, n. 2, p. 76-80, 2000.
- GOMES, M. S.; CARDOSO, M. das G.; GUIMARÃES, A. C. G.; GUERREIRO, A. C.; GAGO, C. M. L.; BOAS, E. V. de B. V. *et al.* Effect of edible coatings with essential oils on the quality of red raspberries over shelf-life. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, p. 929-938, 2017.
- HUSSAIN, I.; ROBERTO, S. R.; FONSECA, I. C. B.; DE ASSIS, A. M.; KOYAMA, R.; ANTUNES, L. E. C. Phenology of ‘Tupy’ and ‘Xavante’ blackberries grown in a subtropical area. **Scientia Horticulturae**, v. 201, p. 78–83, 2016.

JACQUES-SILVA, M. C.; NOGUEIRA, C. W.; BROCH, L. C.; FLORES, E. M.; ROCHA, J. B. Diphenyl diselenide and ascorbic acid changes deposition of selenium and ascorbic acid in liver and brain of mice. **Pharmacology & Toxicology**, v. 88, p. 119-125, 2001.

JENTZSCH, A. M.; BACHMANN, H.; FÜRST, P.; BIESALSKI, H. K. Improved analysis of malondialdehyde in human body fluids. **Free Radical Biology & Medicine**, v. 20, p. 251-256, 1996.

LUGARESI, A. **Avaliação de diferentes cultivares de amora-preta e comportamento da cultivar BRS Tupy sob diferentes números de hastes no oeste catarinense**. 2017. 37 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Agronomia) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2017.

MANGANARIS, G. A.; GOULAS, V.; VICENTE, A. R.; TERRY, L. A. Berry antioxidants: Small fruits providing large benefits. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 94, n. 5, p. 825–833, 2014.

MANGELA, T.; MARTINS, A. Benefícios da Vitamina C na Pele. **Enciclopédia Biosfera**, v. 18, n. 35, 2021.

OLIVEIRA, J. R.; SILVA, J. V.; AMOURIM, M.; SANTOS, M.; BATISTA, A. Produção de pequenas frutas no Brasil: um mercado em potencial. **Enciclopédia Biosfera**, v. 17, n. 33, 2020.

PERES, C. M.; CURTI, R. **Como cultivar células**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2005.

RAOULT-WACK, A. L. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. **Trends in Food Science & Technology**, v. 5, n. 8, p. 255–260, 1994.

SANTOS, M. F. S.; SOMMER, V. B.; COSTA, H. T. A.; NERBASS, F. R.; FAGHERAZZI, M. M.; SANTOS, M. F. S. dos et al. **Desempenho agrônômico de cultivares de framboesa na serra catarinense**. Lages: UDESC, 2018.

SEGANTINI, D. M.; FALAGÁN, N.; LEONEL, S.; MODESTO, J. H.; TAKATA, W. H. S.; ARTÉS, F. Chemical quality parameters and bioactive compound content of Brazilian berries. **Food Science and Technology**, Campinas, v.5, n.3, p.502-508, jul./set., 2015.

SILVA, L. E. S. da; CLARO, R. M. Tendências temporais do consumo de frutas e hortaliças entre adultos nas capitais brasileiras e Distrito Federal, 2008-2016. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, n. 5, Rio de Janeiro, maio 2019.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of Total Phenolics with Phosphomolybdic-Phosphotungstic Acid Reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144–158, 1965.

SKROVANKOVA, S.; SUMCZYNSKI, D.; MLCEK, J.; TURIKOVA, T.; SOCHOR, J. Bioactive Compounds and Antioxidant Activity in Different Types of Berries. **International Journal of Molecular Sciences**, [s.l.], v. 16, 24673-24706, 2015.

SUZUKI, K.; SASAGAWA, S.; SAKATANI, T.; FUJIKURA, T. Assay Method for Myeloperoxidase in Human Polymorphonuclear Leukocytes. **Analytical Biochemistry**, v. 132, n. 2, p. 345–352, 1983.

VASCONCELOS, N. M.; PINTO, G. A. S.; ARAGAO, F. A. S. de. **Determinação de açúcares redutores pelo ácido 3, 5-dinitrosalicílico**: histórico do desenvolvimento do método e estabelecimento de um protocolo para o laboratório de bioprocessos. Embrapa Agroindústria. INFOTECA-E, Fortaleza, 2013.

WOLFENDEN, L.; BARNES, C.; LANE, C.; MCCRABB, S.; BROWN, H. N.; GERRITSEN, S. et al. Consolidating evidence on the effectiveness of interventions promoting fruit and vegetable consumption: na umbrella review. **International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity**, v. 18, n. 11, p. 2-21, 2021.

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JUNIOR, C.; ALMEIDA, I. R. DE; MARCOS SILVEIRA WREGE, C. S. S. **Atlas climático da Região Sul do Brasil: Estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul**. 2. ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2012.

YANG, J.; CUI, J.; CHEN, J.; YAO, J.; HAO, Y.; FAN, Y.; LIU, Y. Evaluation of physicochemical properties in three raspberries (*Rubus idaeus*) at five ripening stages in northern China. **Scientia Horticulturae**, v. 263, p. 109146, 2020.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objeto a avaliação dos aspectos vegeto-produtivos e características físico-química e nutracêuticas pós-colheita em diferentes cultivares de framboesa para as condições edafoclimáticas de Chapecó-SC. Retoma-se o fato de que a amostra do estudo consistiu em frutos obtidos de framboeseiras durante a safra 2020/2021, em pomar localizado na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, Campus Chapecó-SC.

No que se refere à caracterização vegeto-produtiva de framboeseiras durante a safra 2020/2021, ambas as cultivares analisadas, *Heritage*, *Autumn Bliss* e *Fallgold* apresentaram boa adaptabilidade às condições climáticas do local de cultivo, no entanto, o destaque produtivo ficou com as cultivares *Heritage* e *Autumn Bliss*.

O estudo também permitiu verificar que a manutenção das hastes velhas, para o período da safrinha antecipa o período de colheita em até 30 dias, além de contribuir para um aumento significativo na produção final.

Quanto a avaliação do perfil oxidativo e viabilidade celular as maiores concentrações de citotoxicidade estão na *Heritage* e na *Fallgold*.

De maneira geral, os estudos evidenciam que as três cultivares podem ser aplicadas na região da pesquisa, adaptando-se às condições existentes e mantendo suas propriedades, algumas em maior escala, outras em menor. Essa pesquisa, portanto, foi fundamental para a compreensão da framboeseira e suas respectivas cultivares, sua diversidade de cultivo e caracterização, permitindo a ampliação dos conhecimentos sobre as diversas variáveis analisadas.

Os alimentos nutracêuticos representam importantes mecanismos de manutenção da saúde humana, portanto, foi relevante tecer investigações sobre a framboesa, que é um alimento funcional, com várias propriedades benéficas para o ser humano.