

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel**  
**Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar**



**Tese de Doutorado**

**Características fitotécnicas e agrometeorológicas do mirtilheiro submetidos a diferentes épocas de poda, na região de clima temperado**

**Bruna Andressa dos Santos Oliveira**

Pelotas, 2024

**BRUNA ANDRESSA DOS SANTOS OLIVEIRA**

Engenheira Agrônoma

**Características fitotécnicas e agrometeorológicas do mirtilheiro submetidos a diferentes épocas de poda, na região de clima temperado**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Doutora em Agronomia.

Orientador: Roberto Trentin  
Coorientadores: Doralice Lobato de Oliveira Fischer  
Mateus da Silveira Pasa

Pelotas, 2024

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas  
Catalogação da Publicação

O48c Oliveira, Bruna Andressa dos Santos

Características fitotécnicas e agrometeorológicas do mirtilheiro submetidos a diferentes épocas de poda, na região de clima temperado [recurso eletrônico] / Bruna Andressa dos Santos Oliveira ; Roberto Trentin, Doralice Lobato de Oliveira Fischer, Mateus da Silveira Pasa, orientadores. — Pelotas, 2024.

91 f. : il.

Tese (Doutorado) — Programa de Pós-Graduação em Sistema de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2024.

1. Vaccinium sp.. 2. Pequenas frutas. 3. Qualidade de frutos. 4. Balanço de radiação. I. Trentin, Roberto, orient. II. Fischer, Doralice Lobato de Oliveira, orient. III. Pasa, Mateus da Silveira, orient. IV. Título.

CDD 634.76

Bruna Andressa dos Santos Oliveira

**Características fitotécnicas e agrometeorológicas do mirtilheiro submetidos a diferentes épocas de poda, na região de clima temperado**

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Roberto Trentin (Orientador)

Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Santa Maria

Prof. Dr. Edgar Ricardo Schöffel

Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

Prof. Dr. Flávio Gilberto Herter

Doutor em Biologia e Fisiologia Vegetal pela Université Blaise Pascal Clermont Ferrand

Prof. Dr. Márcio Paim Mariot

Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

**À minha família, com todo meu amor e gratidão,  
dedico.**

## **Agradecimentos**

À Deus, pela vida, por iluminar todos os dias da minha existência e pela força para trilhar este caminho, que com muito orgulho concluo no dia de hoje.

À Universidade Federal de Pelotas (UFPel) e ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, pela oportunidade de realizar este trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Roberto Trentin, pela orientação, dedicação, confiança no meu trabalho e atenção nesse decisivo momento de minha trajetória.

À professora Doralice Fischer, pelos ensinamentos, atenção e amizade. Por me aceitar como sua coorientada, me acolher com toda dedicação e me auxiliar nas fases mais difíceis de todo experimento. Faltam palavras para agradecer-lá por todo o carinho a mim dedicado.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Mateus Pasa, por todo apoio e atenção destinado à minha orientação.

À toda família Fischer, Claudiomar, Doralice, Lucas, Felipe e Amanda por abrirem as portas de sua propriedade para a realização do experimento e não medirem esforços para me auxiliar e ensinar. Meu muito obrigada, de coração!

Aos funcionários da Frutplan Mudas, por toda ajuda e trabalho diário na manutenção do pomar.

Às amigas inesquecíveis Daiane Sperling e Michele Malcorra, pela amizade sólida que construímos, companheirismo diário, ajuda nos experimentos, pelas experiências compartilhadas e por tornarem meus dias melhores.

À minha avó Neli Lopes dos Santos, que foi incansável durante toda minha vida, sempre me acompanhando e motivando com palavras de carinho, se esforçando para me ajudar em todas as dificuldades e fazendo o impossível para a realização dos meus sonhos. Vó, sem ti nada seria possível e tê-la na minha vida é uma dádiva de Deus. Tu és meu maior exemplo.

À minha mãe Márcia Santos, que não mediu esforços durante toda minha vida, sempre sendo meu pilar, meu porto seguro, minha razão de viver. Agradeço pelo amor

e força nas horas em que tudo dava errado, pelo companheirismo e pelas vibrações nos momentos de alegria. Simplesmente te amo!

Ao meu pai Luís César Nachtigall Oliveira, por ser meu exemplo de ser humano. Muito obrigada por teu carinho, teu amor e incentivo nas horas mais difíceis. Te amo muito!

Ao meu esposo Renan Rodrigues Machado, por ter sido meu maior incentivador nessa caminhada, ter acompanhado diariamente minhas dificuldades, sendo meu companheiro de todas as horas, por sempre me apoiar, motivar e fazer minha vida cada dia mais feliz. Tu despertas a melhor parte de mim e agradeço a Deus por fazer parte da minha vida.

À minha avó Eduvirges Nachtigall Oliveira (Viginha) (*In memoriam*), por ter sido tão especial na minha vida, pelas orações, por iluminar meus dias e transmitir uma energia inexplicável. Meu amor por ti é além da vida.

À minha irmã Marina Luiza dos Santos Oliveira, pelo amor e carinho, que tanto me confortaram em momentos difíceis, e ao meu irmão Gabriel dos Santos Soares, pelo sorriso que ilumina a minha vida. Você é meu anjo, anjo Gabriel.

Ao meu avô José Macedo, pelas palavras carinhosas de apoio e incentivo; também por ser meu pai de coração.

Aos meus padrinhos Fábio Erni Lopes dos Santos e Flávia Cardoso dos Santos e aos meus tios Sandro Eduardo Lopes dos Santos e Rosane Silva dos Santos, que com todo amor e carinho não mediram esforços para que eu chegasse até esta etapa. Sempre me apoiaram, motivaram e proporcionaram todo o suporte necessário para que eu tivesse um bom estudo, além do auxílio durante as árduas colheitas, que foi primordial para conclusão do experimento.

Aos professores, funcionários e alunos da Escola Técnica Estadual Canguçu, pelos dias agradáveis, pela amizade e por todo o apoio que me foi dado para conseguir realizar este trabalho.

À minha cachorrinha Mel, por me fortalecer com seu carinho diário e ser minha fiel companheira durante toda a escrita deste trabalho.

A todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação, o meu mais sincero agradecimento.

*Quando Deus cumprir o que te prometeu  
Vai ser tão lindo  
Quando teu sonho sair do papel  
Você passou por coisas que ninguém passou  
Mas vai conquistar o que ninguém ainda conquistou  
(Misaías Santos Oliveira)*

## Resumo

OLIVEIRA, Bruna Andressa dos Santos Oliveira. **Características fitotécnicas e agrometeorológicas do mirtilheiro submetidos a diferentes épocas de poda, na região de clima temperado**. 2024. 91f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2024.

O mirtilheiro (*Vaccinium* sp.) é uma frutífera promissora para a região sul do Brasil, tornando-se necessário estudos direcionados ao comportamento da espécie para as condições climáticas regionais e o aperfeiçoamento do sistema de produção para consolidação no mercado mundial. Diante disso, objetivou-se determinar o aproveitamento da radiação solar incidente e suas influências no desenvolvimento fenológico, na produtividade e na qualidade dos frutos da cultura do mirtilo submetido a diferentes épocas de poda. O experimento foi realizado em um pomar comercial, no município de Pelotas - RS, durante os anos agrícolas de 2021/2022 e 2022/2023. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 3, poda de verão (com poda de verão x sem poda de verão), época de poda de inverno (precoce x convencional x tardia) com quatro repetições, sendo uma planta por repetição. O trabalho foi realizado em três etapas. No primeiro estudo, as variáveis analisadas foram: saldo de radiação, radiação solar global incidente, radiação solar refletida, albedo, balanço de ondas curtas e balanço de ondas longas. No segundo estudo, as avaliações fenológicas foram realizadas uma vez por semana, de acordo com a descrição dos estádios de desenvolvimento de gema. No terceiro estudo, quando os frutos atingiram o estágio de maturação completa, foram realizadas avaliações físico-químicas, sendo elas: teor de sólidos solúveis, pH, acidez titulável, número de frutos por planta, peso médio dos frutos, diâmetro, comprimento, produção por planta, produtividade e cor. Assim, concluiu-se que: a) O albedo de mirtilheiro 'Delite' com entrelinhas totalmente cobertas por vegetação espontânea, o albedo é de 0,27 e 58% da radiação solar global diária é disponibilizada ao ambiente como saldo de radiação; b) A fenologia de mirtilheiro 'Delite' não foi influenciada pela poda de verão, sendo dispensável nas condições em que foi desenvolvido o experimento. As diferentes épocas de poda de inverno alteraram o ciclo da cultura e a necessidade térmica, porém, não houve interferência na época de colheita, evidenciando que o produtor tem um maior período para efetuar a poda; c) As plantas de mirtilheiro 'Delite' não podadas no verão e podadas entre os meses de junho a agosto no inverno, apresentaram maior produção e qualidade dos frutos.

**Palavras-chave:** *Vaccinium* sp.; pequenas frutas; qualidade de frutos; balanço de radiação.

## Abstract

OLIVEIRA, Bruna Andressa dos Santos Oliveira. **Phytotechnical and agrometeorological characteristics of blueberries subjected to different pruning times, in the temperate climate region.** 2024. 91f. Thesis (Doctorate in Agronomy) - Postgraduate Program in Family Agricultural Production Systems, Faculty of Agronomy Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2024.

The blueberry tree (*Vaccinium* sp.) is a promising fruit tree for the southern region of Brazil, making it necessary to carry out studies aimed at the behavior of the species in regional climatic conditions and the improvement of the production system for consolidation in the world market. Therefore, the objective was to determine the use of incident solar radiation and its influences on phenological development, productivity, fruit quality and physiological processes in blueberry crops subjected to different pruning times. The experiment was carried out in a commercial orchard, in the municipality of Pelotas - RS, during the agricultural years 2021/2022 and 2022/2023. The experimental design was in randomized blocks, in a 2 x 3 factorial scheme, summer pruning (with summer pruning x without summer pruning), winter pruning season (early x conventional x late) with four replications, with one plant per repetition. The work was carried out in three stages. In the first study, the variables analyzed were: radiation balance, incident global solar radiation, reflected solar radiation, albedo, shortwave balance and longwave balance. In the second study, phenological assessments were carried out once a week, according to the description of the bud development stages. In the third study, when the fruits reached the stage of complete maturation, physical-chemical evaluations were carried out, namely: soluble solids content, pH, titratable acidity, number of fruits per plant, average fruit weight, diameter, length, production per plant, productivity and color. Thus, it was concluded that: a) The albedo of blueberry 'Delite' with interrows completely covered by spontaneous vegetation, the albedo is 0.27 and 58% of the daily global solar radiation is made available to the environment as radiation balance; b) The phenology of blueberry 'Delite' was not influenced by summer pruning, being dispensable under the conditions under which the experiment was carried out. The different winter pruning times changed the crop cycle and the thermal need, however, there was no interference in the harvest time, showing that the producer has a longer period to carry out pruning; c) 'Delite' blueberry plants not pruned in the summer and pruned between the months of June and August in the winter, showed greater fruit production and quality.

**Keywords:** *Vaccinium* sp.; small fruits; fruit quality; radiation balance.

## Lista de Figuras

### Capítulo I - Balanço de radiação em mirtilheiro 'Delite' submetido a diferentes épocas de poda

Figura 1	Variação diária da radiação solar global ( $R_s$ ), temperatura média do ar ( $T_{ar}$ ) e Chuva, registrados durante o período experimental durante os anos agrícolas de 2021/2022 (A) e 2022/2023 (B)....	40
Figura 2	Componentes do balanço de radiação sobre cultivo de mirtilheiro 'Delite', em um dia ensolarado (14/12/2022), para as épocas de poda precoce (A), convencional (B) e tardia (C).....	45
Figura 3	Componentes do balanço de radiação em um dia completamente nublado (24/12/22), sobre cultivo de mirtilheiro 'Delite' submetidas a poda precoce (A), convencional (B) e tardia (C).....	47
Figura 4	Albedo de mirtilheiro 'Delite' para um dia (14/12/22) ensolarado (A) e para um dia (24/12/22) nublado (B) para plantas que receberam poda em épocas precoce, convencional e tardia.....	49
Figura 5	Relação entre a radiação solar global ( $R_s$ ) e a radiação solar refletida ( $R_r$ ) pela superfície cultivada com mirtilheiro 'Delite' sob as épocas de poda precoce (A), convencional (B) e tardia (C), durante o ano agrícola de 2022/2023.....	51
Figura 6	Relação entre a radiação solar global ( $R_s$ ) e o saldo de radiação ( $R_n$ ) sobre superfície cultivada com mirtilheiro 'Delite' sob época de poda convencional, durante as safras 2021/2022 e 2022/2023.....	52

### Capítulo II - Avaliação de diferentes épocas de poda na fenologia de mirtilheiro 'Delite'

Figura 1	Início da brotação (1), início da floração (2), plena floração (3), final da floração (4) e início da colheita (5). Escala adaptada de Childers e Lyrene (2006).....	56
----------	--	----

Figura 2	Temperatura máxima ( $T^{\circ}\text{máx}$ ), mínima ( $T^{\circ}\text{mín}$ ) e chuva (mm) para o período da safra de 2021/2022 (A) e 2022/2023 (B).....	58
Figura 3	Duração em dias, dos estádios fenológicos de mirtilheiro ‘Delite’, para a safra 2021/2022 (A) e safra 2022/2023 (B) sob diferentes manejos de poda de verão (com e sem) e época de poda inverno (precoce, convencional e tardia). P: poda; B: início da brotação; IF: início da floração; PF: Plena floração; FF- fim da floração; IC – Início da colheita; FC – Final da colheita.....	59
Figura 4	Acúmulo térmico para estádios fenológicos de mirtilheiro ‘Delite’, para a safra 2021/2022 (A) e safra 2022/2023 (B) sob diferentes manejos de poda de verão (com e sem) e época de poda inverno (precoce, convencional e tardia). P: poda; IB: início da brotação; IF: início da floração; PF: Plena floração; FF- fim da floração; IC – Início da colheita; FC – Final da colheita.....	63

## Lista de Tabelas

### Capítulo I - Balanço de radiação em mirtilheiro 'Delite' submetido a diferentes épocas de poda

Tabela 1	Radiação solar global (Rs) acumulada para cada fase fenológica de plantas de mirtilheiro 'Delite' sob diferentes épocas de poda nas safras 2021/2022 e 2022/2023, respectivamente.....	42
----------	--	----

### Capítulo III - Produção e qualidade dos frutos de mirtilheiro 'Delite' sob diferentes épocas de poda

Tabela 1	Dados referentes a pH, teor de sólidos solúveis totais SS (°Brix) e acidez titulável AT (% ácido cítrico) de frutos dos mirtilheiros 'Delite' sob diferentes épocas de poda nas safras 2021/2022 e 2022/2023, respectivamente.....	68
Tabela 2	Número de frutos por planta e peso médio dos frutos (g) de mirtilheiro 'Delite' sob diferentes épocas de poda nas safras 2021/2022 e 2022/2023, respectivamente.....	71
Tabela 3	Diâmetro (mm), comprimento (mm), produção por planta (Kg) e produtividade estimada ( $\text{kg ha}^{-1}$ ) de frutos de mirtilheiro 'Delite' sob diferentes épocas de poda nas safras 2021/2022 e 2022/2023, respectivamente.....	72
Tabela 4	Atributos de cor de frutos de mirtilheiro 'Delite' sob diferentes épocas de poda nas safras 2021/2022 e 2022/2023, respectivamente.....	74

### Lista de abreviaturas e siglas

ABRAFRUTAS	Associação Brasileira dos Produtores Exportadores de Frutas e Derivados
AJAPa	Associação dos Jovens Agricultores de Portugal
AT	Acidez titulável
BOC	Balanço de Ondas Curtas
BOL	Balanço de Ondas Longas
CEMADEM	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
cm	Centímetros
CQFS	Comissão de Química e Fertilidade do Solo
EMATER	Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
FAO	Food and Agriculture Organization
FC	Final da colheita
FF	Final da floração
g	Gramas
GD	Graus-dia
ha	Hectare
IB	Início da brotação
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBRAF	Instituto Brasileiro de Frutas
IC	Início da colheita
IF	Início da floração
Kg	Quilogramas
L*	Luminosidade
m	Metros
MJ	Megajoule
mm	Milímetros
NaOH	Hidróxido de sódio
P	Poda

PF	Plena floração
pH	Potencial hidrogeniônico
Rn	Saldo de radiação
Rr	Radiação solar refletida
Rs	Radiação solar global
SS	Sólidos solúveis
Tb	Temperatura mínima basal
TB	Temperatura máxima basal
Tmáx	Temperatura máxima do ar
Tar	Temperatura média do ar
Tmín	Temperatura mínima do ar
USDA	United States Department of Agriculture
W	Watt

## Lista de símbolos

- $\alpha$  Albedo
- ® Marca registrada

## Sumário

<b>1. Introdução.....</b>	<b>19</b>
<b>2. Revisão bibliográfica.....</b>	<b>21</b>
2.1 O mirtilheiro .....	21
2.1.1 Aspectos gerais da cultura.....	21
2.1.2 Produção.....	22
2.1.3 Caracterização botânica.....	23
2.1.4 Grupos.....	24
2.2 Necessidades climáticas.....	25
2.2.1 Temperatura.....	26
2.2.2 Radiação solar.....	27
2.2.3 Necessidades hídricas .....	28
2.2.4 Vento.....	28
2.3 Fenologia.....	29
2.4 Soma Térmica.....	30
2.5 Poda.....	31
2.6 Qualidade dos frutos.....	34
<b>3. Capítulo I - Balanço de radiação em mirtilheiro ‘Delite’ submetido a diferentes épocas de poda</b> .....	<b>36</b>
3.1 Introdução.....	36
3.2 Materiais e Métodos.....	37
3.3 Resultados e Discussão.....	39
3.4 Conclusão.....	53
<b>4. Capítulo II - Avaliação de diferentes épocas de poda na fenologia de mirtilheiro ‘Delite’</b> .....	<b>54</b>
4.1 Introdução.....	54
4.2 Materiais e Métodos.....	55
4.3 Resultados e Discussão.....	57
4.4 Conclusão. ....	65
<b>5. Capítulo III - Produção e qualidade dos frutos de mirtilheiro ‘Delite’ sob diferentes épocas de poda</b> .....	<b>66</b>
5.1 Introdução.....	66
5.2 Materiais e Métodos.....	67

5.3 Resultados e Discussão.....	69
5.4 Conclusão.....	76
<b>6. Considerações finais.....</b>	<b>77</b>
<b>Referências.....</b>	<b>78</b>

## 1. Introdução

A fruticultura é uma atividade de grande importância social e econômica. Atualmente, o Brasil se encontra entre os três maiores produtores mundiais, seguidamente da China e da Índia (ABRAFRUTAS, 2019) que, juntos, respondem por 45,9% do total mundial (Dossa; Fuchs, 2017). Para tanto, a diversidade edafoclimática no Brasil possibilita o cultivo de espécies com diferentes exigências e origens. Dessa forma, além do vasto mercado interno, o país possui elevado potencial de atingir mercados consumidores no mundo todo, com a oferta de frutas de clima tropical, subtropicais e temperado durante boa parte do ano (Hoffmann; Sebben, 2003; Fachinello *et al.*, 2011; Andrade, 2017).

Dentre as espécies frutíferas de clima temperado, um grupo que tem merecido atenção especial por parte de produtores, comerciantes, consumidores e pesquisadores é o das pequenas frutas. Neste grupo está o mirtilheiro (*Vaccinium* spp.) (Leitzke, 2007; Salgado, 2008), que é uma espécie pertencente à família Ericaceae, sendo nativo da Europa e dos Estados Unidos, onde é apreciado por seu sabor exótico, pelo valor econômico, além da ampla divulgação dos frutos como fonte da longevidade, devido à sua composição nutricional (Rufato; Antunes, 2016).

A região Sul do Brasil apresenta grande potencial para o cultivo desta espécie (Schuch; Tomaz, 2019), possibilitando alto retorno econômico em um curto período, sendo uma alternativa para os produtores (Pasa *et al.*, 2014), principalmente os da agricultura familiar, devido ao uso intensivo de mão de obra, alto valor agregado, pequenas áreas para o cultivo, colheita de forma escalonada e baixo índice de mecanização, o que oferece inúmeras possibilidades para a indústria caseira e pequenas agroindústrias (Marangon; Biasi, 2013).

Entretanto, no Brasil a cultura encontra-se em fase de desenvolvimento, ocasião em que se busca um sistema de produção eficiente e competitivo para inserir o país no rol dos grandes produtores mundiais (Rufato; Antunes, 2016). Portanto, os principais fatores que limitam a expansão do cultivo de mirtilo são: disponibilidade, qualidade e preço das mudas, resultantes da dificuldade de propagação da maioria das cultivares, falta de cultivares com boa adaptação, baixa produtividade devido à má adaptação da espécie e mão-de-obra (Pagot; Hoffmann, 2003; Cantuarias-Avilés *et al.*, 2014).

Neste caso, a caracterização fenológica e térmica das cultivares em diversos locais é de grande importância ao agricultor, pois possibilita estimar as fases fenológicas e o requerimento térmico para um determinado local, auxiliando na tomada de decisão acerca do momento mais adequado para realizar os tratos culturais, bem como, programar as prováveis datas de colheita, contribuir para o uso racional de agrotóxicos utilizados nos tratamentos fitossanitários e para a otimização da mão de obra (Radünz *et al.*, 2012).

De acordo com o estágio de desenvolvimento em que se encontra a planta, os elementos meteorológicos podem atuar de maneira diferente, determinando o potencial de produção do mirtilheiro, onde durante a fase de repouso o fator mais importante é o frio e na fase vegetativa são a temperatura, a precipitação e a radiação solar (Herter; Wrege, 2006).

Considerando a importância do manejo da cultura do mirtilo na fruticultura e a carência de estudos em relação ao desenvolvimento fenológico aliado a eficiência do uso da radiação incidente em mirtilheiro sob diferentes manejos de poda, torna-se justificável o desenvolvimento de pesquisas que envolvam estes aspectos, principalmente, no que se refere à avaliação quanto a sua eficácia, para posterior implantação em pomares de propriedades familiares.

Com base nesses aspectos, objetivou-se determinar o aproveitamento da radiação solar incidente e suas influências no desenvolvimento fenológico, na produtividade e na qualidade dos frutos da cultura do mirtilo submetido a diferentes épocas de poda. Para tanto, foram elaborados três capítulos, apresentados a seguir:

**Capítulo I.** Balanço de radiação em mirtilheiro ‘Delite’ submetido a diferentes épocas de poda.

**Capítulo II.** Avaliação de diferentes épocas de poda na fenologia de mirtilheiro ‘Delite’.

**Capítulo III.** Produção e qualidade dos frutos de mirtilheiro ‘Delite’ sob diferentes épocas de poda.

## **2. Revisão bibliográfica**

### **2.1 O mirtilheiro**

#### **2.1.1 Aspectos gerais da cultura**

O fruto do mirtilheiro (*Vaccinium* spp.) é também chamado de blueberry em inglês ou arándano em espanhol, originário dos bosques da América do Norte e norte da Europa, sendo consumido pelos humanos desde a pré-história (Medina, 2016).

Pertencente à família Ericaceae, é classificada dentro da subfamília Vaccinioideae, na qual encontra-se o gênero *Vaccinium* (Trehane, 2004), que compreende cerca de 400 espécies, sendo 40% nativas do Sudoeste da Ásia, 25% da América do Norte e 10% das Américas Central e do Sul com o restante espalhadas pelo mundo (Darnell, 2006).

De sabor ligeiramente agridoce, estes pequenos frutos são conhecidos por suas propriedades nutracêuticas, atribuídas ao alto teor e grande diversidade de antioxidantes naturais, polifenóis, vitaminas e minerais (Cantuarias-Avilés, 2014). Portanto, é um fruto extremamente benéfico para a saúde e bem-estar humano, o que faz com que tenha uma procura crescente (Carvalho, 2020).

Atualmente, o mirtilo é considerado uma fruta versátil, sendo valorizada não apenas por suas propriedades medicinais, mas também por sua ampla utilização na gastronomia (Florencio, 2023). Pesquisas indicam que o mirtilo pode ser utilizado na confecção de pratos sofisticados e diversificados, como sobremesas, molhos, bebidas e até mesmo em pratos salgados (Albuquerque *et al.*, 2020). Além disso, o mirtilo é utilizado na elaboração de chás, vinagres, xaropes, vinhos, sucos, geleias e muitos outros produtos (Pinho, 2022).

A cultura é recentemente explorada pela humanidade, já que até o início do século XX, sua exploração era apenas extrativista (Santos, 2004). Sua domesticação foi iniciada em 1906 pelo pesquisador Coville, estudando desde a germinação da semente até a maturação da fruta (Galleta; Ballington, 1996).

No Brasil, os primeiros registros dessa espécie datam de 1983, quando houve a introdução da primeira coleção de mirtilheiros do tipo rabbiteye, pela Embrapa Clima Temperado (Pelotas/RS) (Antunes; Raseira, 2006), as cultivares foram oriundas da Universidade americana da Flórida (Madail; Santos, 2004). Porém, a primeira plantação comercial foi estabelecida em 1990 no município de Vacaria/RS (Fachinello, 2008), sendo implantados mirtilheiros do tipo highbush (*V. corimbosum*) (Carpenedo *et*

*al.*, 2022).

### **2.1.2 Produção**

A produção de mirtilo se encontra em 39 países, onde no ano de 2022 foram produzidas no mundo cerca de 1.228.595,98 ton., em uma área total de 173.924 ha. Deste total, os Estados Unidos e Canadá são responsáveis por 317.150 e 180.117 toneladas produzidas, com uma área colhida de 46.539 e 42.216 hectares, respectivamente (FAO, 2021).

Além de principais produtores mundiais, os Estados Unidos e Canadá são também os maiores consumidores, mas suas produções não suprem a demanda interna (Medina, 2016). Em virtude da entressafra do Hemisfério Norte, o Brasil pode se destacar na produção e exportação de mirtilos frescos. Além disso, a localização geográfica do Brasil favorece a exportação para mercados europeus, onde há grande demanda pelo fruto (Florencio, 2023).

A cultura está em crescente expansão no nosso país, visto que no ano de 2006, havia, no Brasil, cerca de 100 hectares (Pagot, 2006), passando para cerca de 400 ha com essa espécie em 2014, distribuídos pelos estados do RS, SC, PR, MG e SP (Cantuarias-Avilés *et al.*, 2014). Atualmente, embora não haja dados oficiais atualizados, é calculado que a área destinada ao cultivo de mirtilos no Brasil seja de cerca de 2.000 hectares, de terras localizadas desde o extremo sul do Rio Grande do Sul até a Bahia, passando por Santa Catarina, São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal (Florencio, 2023).

No Estado do Rio Grande do Sul, um levantamento no ano de 2020 apontou que são cultivados 66 ha de mirtilheiro (Emater/AscarRS, 2020). Porém, a estimativa é que a área plantada no estado seja bem maior, com cerca 150 ha (Carpenedo *et al.*, 2022).

O cultivo do mirtilheiro no Brasil tem como característica a produção em pequenas propriedades e em pequenas áreas, cuja produção é bastante diversificada e com mão de obra essencialmente familiar. Dessa forma, possibilita o desenvolvimento tanto da propriedade quanto de toda uma região, assim como a obtenção de uma boa renda, uma vez que o preço pago pela fruta ainda é atrativo (Carpenedo *et al.*, 2022). Além disso, a mão de obra familiar se torna uma das principais vantagens, visto que, é o item que mais onera os custos de produção do

mirtilo (De Oliveira *et al.*, 2022).

O principal destino do mirtilo produzido no Brasil é a agroindústria, com 40 a 60% da fruta colhida vendida congelada para a indústria de sucos e geleias (Medina, 2016). Apesar do interesse pela cultura ser crescente, estima-se que o Brasil ainda importa cerca de 80% do que é consumido no País, especialmente dos Estados Unidos, do Canadá e do Peru (Jornal da Fruta, 2022).

O volume exportado da cultura ainda é baixo (IBRAF, 2011). Entretanto, o Brasil possui importantes fatores que favorecem a exportação de mirtilos frescos, em virtude de produzir em solos naturalmente ácidos, favoráveis ao desenvolvimento da cultura e pela disponibilidade de água (Cantuarias-Avilés, 2010). Assim, irá entrar ao mercado nos meses de menor oferta mundial, especialmente com a utilização das novas cultivares de baixos requerimentos de frio (Núñez; Rey, 2009).

A alta importação de mirtilo no país e os baixos índices de exportação estão atrelados a falta de organizações sólidas de produtores e comercializadores que atuem no mercado como um organismo único; poucas instalações preparadas para a conservação de frutas, especialmente, câmaras de refrigeração; logística de distribuição deficiente, pela falta de transportes com refrigeração; falta de instituições encarregadas de apoiar aos exportadores com informações e fomentando encontros entre exportadores e compradores, entre outros (Núñez; Rey, 2009; Sousa, 2021).

### **2.1.3 Caracterização botânica**

O mirtilo é um arbusto de grande longevidade, podendo ultrapassar 50 anos de idade. Se caracteriza por ser uma frutífera de ramificação basitônica, caducifolia, porte ereto ou rasteiro, com madeira lenhosa que atinge uma altura de 0,3 m a 7 m na fase adulta, variando conforme a espécie (Lobos, 1988; Eck, 1989).

Os ramos do mirtileiro apresentam coloração amarelo dourado ou avermelhado. As folhas são decíduas, grandes (3-5 cm x 7-9 cm), com forma oval alongada (Bounous, 2009). Com o frio e a redução das horas de luz, ocorre diminuição nos níveis de clorofila e aumento na produção do pigmento responsável pela coloração avermelhada das folhas, que substitui a cor verde escuro observada no restante do ano (Retamales; Hancock, 2012; Moura, 2013).

O sistema radicular é composto por raízes de suporte, que podem alcançar um metro de profundidade, além de raízes finas e fibrosas que se distribuem nos primeiros 30 a 40 cm, assegurando a absorção de água e nutrientes. Inclusive, as raízes não possuem pelos radiculares, tornando-se necessário o estabelecimento de uma simbiose com hifas ou micorrizas que asseguram a absorção de nutrientes e água em troca de fotoassimilados (Fonseca; Oliveira, 2007).

As flores do mirtilheiro são hermafroditas, com uma corola de pétalas soldadas, muito aromáticas, com glândulas nectaríferas na base do estigma, que atraem a visita de pequenos insetos, abelhas e vespas (Cantuarias-Avilés, 2014). As flores são compostas por uma inflorescência, formando racimos que se desenvolvem na parte terminal dos ramos (Buzeta, 1997), onde cada racimo contém de oito a 16 flores, variando de acordo com a espécie e a cultivar (Darnell, 2006). Na região de Pelotas - RS, a floração do mirtilheiro ocorre de meados de agosto ao início de setembro (Raseira; Antunes, 2004).

A frutificação se dá em ramos de um ano de idade (Raseira; Antunes, 2004), amadurecendo em cerca de 2 a 3 meses após a floração, dependendo das cultivares e das condições atmosféricas, nomeadamente a temperatura e do vigor da planta (Fonseca; Oliveira, 2007). Na região Sul do Brasil, ocorre entre os meses de novembro a fevereiro (Cantuarias-Avilés, 2014).

O fruto se caracteriza por ser não-climatérico (Lavadinho *et al.*, 2001), sendo uma baga de formato achatado, coroado pelos lóbulos existentes no cálice, diâmetro que pode variar de 8 a 22 mm (Childers; Lyrene, 2006), dependendo da cultivar escolhida (Florêncio, 2023). A massa do fruto varia de 1,5 a 4,0 g, sabor doce a doce-ácido, com muitas sementes em seu interior, coloração azul escuro no epicarpo e superfície cerosa (Darnell, 2006). A cor do fruto é influenciada pela presença de pruína, que é uma cera epicuticular que produz o efeito responsável pela cor azul típica dos mirtilos. Inclusive, esta camada cerosa forma uma barreira à perda de água, impedindo o murchamento das bagas (AJAPa, 2017).

#### **2.1.4 Grupos**

Existem muitas variedades de mirtilo disponíveis para cultivo em diferentes partes do mundo, cada uma com características próprias e únicas (Childers; Lyrene, 2006), variando conforme o genótipo, hábito de crescimento, tipo de fruto produzido,

entre outras características (Santos, 2015). A escolha do tipo de cultivar depende das condições climáticas e das preferências dos produtores e consumidores (Strik *et al.*, 2007). Além disso, essa escolha cuidadosa pode ajudar a garantir a resistência da planta, melhorar o rendimento e aumentar a lucratividade do cultivo (Florêncio, 2023).

A maior parte da produção de mirtilos origina-se de cultivares derivadas principalmente de quatro grupos: Highbush, Southern Highbush, Lowbush, Rabbiteye e de seus híbridos (Rowland *et al.*, 2012). Entretanto, de acordo com Fachinello (2008), entre os grupos, o que mais se destaca no Brasil é o Rabbiteye, no qual pertence à espécie *V. ashei*, também conhecido como "olho de coelho".

Este grupo é originário do Sul da América do Norte, este grupo caracteriza-se pela menor necessidade em frio, entre 300 e 400 horas anuais (Yañez, 2008), podendo alcançar de dois a quatro metros de altura (Raseira, 2006). Além disso, conforme a autora, este grupo apresenta plantas vigorosas, longevas, produtivas, tolerantes ao calor e à seca, produz frutos ácidos, firmes e de longa conservação. Inclusive, em virtude da melhor qualidade dos frutos na pós-colheita, aproximadamente 65% deles são destinados ao processamento (Yañez; González, 2008, 2013). Entre as cultivares mais plantadas estão: Aliceblue, Bluebelle, Bluegem, Briteblue, Clímax, Delite, Powderblue e Woodard (Cantuarias-Avilés, 2010).

A cultivar Delite foi registrada no ano de 1969 pela USDA e Universidade da Geórgia e apresenta frutos de tamanho médio a grande, consistentes e de coloração azul (Lyrene; Ballington, 2006) bem escuro (Pereira *et al.*, 2013), . Nas condições de Pelotas, sem irrigação, os frutos são pequenos a médios, variando o diâmetro de 1,2 a 1,8cm e o peso médio de 1,2 g, o teor de sólidos solúveis variou entre 10,8 e 12,5° Brix (Antunes; Raseira, 2006), com produção de 3,2 kg/planta. Quanto a floração deu-se início em outubro e a maturação na primeira semana de dezembro, com período de colheita 21-48 dias (Pereira *et al.*, 2013).

## **2.2 Necessidades climáticas**

A região Sul do Brasil se caracteriza por apresentar uma diversidade climática considerável, onde os elementos climáticos atuam diferentemente segundo a fase de desenvolvimento, determinando o potencial de produção (Herter; Wregue, 2004).

Portanto, compreender como as plantas respondem às diferentes condições edafoclimáticas é crucial para práticas de manejo eficazes e para maximizar a produtividade e a qualidade dos frutos (Radünz *et al.*, 2023).

Como resultado, mesmo dentro de uma mesma cultivar, podem ser observadas variações no número de botões florais, flores e frutos, dependendo das condições edafoclimáticas específicas em que as plantas são cultivadas (Radünz *et al.*, 2018). Dessa forma, durante a fase de dormência o fator mais importante é a temperatura e na fase vegetativa são: temperatura, precipitação, radiação solar e vento (Queiroga *et al.*; Cantuarias-Avilés, 2021, 2010).

### **2.2.1 Temperatura**

O mirtilo adequa-se a diversos climas, tanto em áreas úmidas como secas, em invernos rigorosos ou em áreas com verões muito quentes, desde que sejam escolhidas as variedades que melhor se adaptam a estas condições, podendo tolerar temperaturas superiores a 50 °C, por períodos curtos e mínimas de até -32 °C (Coletti, 2009).

Porém, a falta de frio causa brotação e floração deficiente e, por consequência, podem ocorrer atrasos na brotação e redução na floração, diminuindo a produtividade e a qualidade dos frutos (Herter; Wrege, 2006; Coletti, 2009). Entretanto, se a planta cumpre antecipadamente a necessidade em frio, a floração inicia-se no final do inverno, torna-se suscetível aos danos causados pelas geadas (Coletti, 2009).

Durante a floração altas temperaturas melhoram a germinação do pólen e crescimento do tubo polínico, aumentando a frutificação (Coletti, 2009). Já na fase vegetativa, temperaturas elevadas associadas a situações de estresse hídrico causam danos às plantações, devido as raízes não conseguirem absorver água suficiente para compensar as perdas por transpiração pelas folhas (AJAPa, 2017; Herter; Wrege, 2006).

O frio durante a fase de repouso vegetativo é um fator preponderante na produção, onde há uma diferença de comportamento entre as cultivares em relação a resistência a geadas (Bailey, 1949). A fase mais crítica é da floração, visto que, se a temperatura permanecer baixa por várias horas, causa necrose, tanto no pistilo, como no ovário (Herter; Wrege, 2006).

No que se refere a fase de maturação, a temperatura exerce um papel importante no período que vai entre 50 e 90 dias após a floração. Portanto, para se obter frutos de qualidade, as melhores regiões são aquelas em que o fotoperíodo é longo e as temperaturas noturnas amenas (Herter; Wrege, 2006).

### **2.2.2 Radiação solar**

A radiação solar é um elemento meteorológico de grande relevância; sua influência se estende desde uma escala micrometeorológica até a circulação geral da atmosfera, uma vez que é responsável por promover o aquecimento diferencial no planeta (Belúcio *et al.*, 2014). Além disso, é um fator determinante na cultura do mirtileiro, devido sua influência na diferenciação floral, podendo afetar a produção, o rendimento do próximo ano (Yáñez *et al.*, 2009), o crescimento vegetativo e a qualidade dos frutos (Radünz *et al.*, 2016).

Ao incidir no topo da atmosfera, a radiação solar se propaga até atingir a superfície terrestre, passando durante este percurso pelos processos de reflexão, absorção e difusão, que não são suficientes para reter todo o espectro da radiação solar (Gomes, 2006). Conforme o mesmo autor, a parcela da radiação solar que atinge a superfície terrestre, que aparentemente não sofre interação com a atmosfera, é denominada de radiação solar direta, enquanto a que atinge a superfície após sofrer o processo de difusão é denominada de radiação solar difusa. O somatório das radiações direta e difusa é denominada de irradiação solar global ( $R_s$ ) (Oliveira, 2010).

Uma das variáveis que expressam a energia disponível no ambiente é o saldo de radiação ou balanço de radiação, sendo este composto na superfície terrestre pelo balanço de ondas curtas e o balanço de ondas longas (Pereira *et al.*, 2002). O balanço de radiação representa a energia disponível para diversos processos, como evapotranspiração, fotossíntese, aquecimento do ar e do solo, apresentando grande influência sobre estes processos (Fietz; Fisch, 2009).

Da radiação solar global que incide sobre a superfície terrestre, parte é refletida, e parte é absorvida pelas culturas (Krieger *et al.*, 2020). Entretanto, a radiação solar refletida varia de acordo com a superfície, de modo que esta pode alterar a disponibilidade de energia para o sistema solo-planta-atmosfera, e sua influência pode ser estudada a partir do albedo (Maciel, 2018). O albedo corresponde a razão entre a radiação solar refletida e a radiação solar global incidente sobre uma cultura

(Bergamaschi; Bergonci, 2017). É uma variável de grande importância, uma vez que controla a partição de energia que chega em uma superfície, visto que representa a capacidade desta superfície em refletir energia solar (Kushari; Konitpong, 2011).

### **2.2.3 Necessidades hídricas**

Por se tratar de planta arbustiva, o mirtilheiro necessita de boa disponibilidade de água, sendo necessária irrigação, principalmente, nas áreas mais secas da região Sul ou onde o solo seja muito raso ou muito arenoso. A irrigação é apenas para regularizar a distribuição de água, levando-se em conta que o objetivo é a comercialização do fruto in natura e, quanto maior o tamanho, maior o valor de mercado (Herter; Wregue, 2004). Na região de Pelotas-RS, observou-se que a chuva anual atinge valores de 1382,4 mm, com períodos relativamente uniformes para todos os meses, entre 1991 e 2020 (INMET, 2024).

A planta é tolerante a curtos intervalos de tempo em condição de estresse hídrico, mas por outro lado é pouco tolerante ao encharcamento (Fonseca; Oliveira, 2007; Santos, 2015). Inclusive, mirtilheiros do grupo rabbiteye, apesar de apresentar raízes superficiais, é capaz de sobreviver a períodos de seca, devido a características adaptativas, como resistência estomática e consequente uso eficiente de água (Herter; Wregue, 2004).

De acordo com Madeira (2016), quanto melhor o abastecimento de água, maior a turgescência dos frutos, aumentando assim o seu peso. Quando a planta do mirtilheiro encontra-se com falta de água, os estômatos das folhas se fecham, podendo chegar ao ponto em que a planta reduz a fotossíntese. Portanto, a planta deixa de crescer, devido a cessação da absorção de água e consequentemente de nutrientes produtivos.

### **2.2.4 Vento**

O vento é um elemento meteorológico importante para o cultivo de mirtilheiro, onde regiões com ventos fortes não são adequadas, pois derrubam flores e frutos, favorecem o acúmulo de poeira nos frutos (Cantuarias-Avilés, 2010), prejudicam o crescimento e a polinização, devendo ser instaladas cortinas florestais (Parra, 2008). A fase crítica é durante a fase vegetativa, onde a planta fica vulnerável a ventos que possam ocorrer após a abertura das flores (AJAPa, 2017).

### 2.3 Fenologia

A fenologia das plantas é fortemente condicionada pelas condições meteorológicas, cujos elementos atuam de forma isolada ou interativa sobre o desenvolvimento das espécies. Por este motivo, é fundamental que se conheçam os processos envolvidos nas relações entre clima e fenologia para compreender suas consequências, sobretudo diante da variabilidade climática no tempo e no espaço (Bergamaschi, 2007).

No inverno as plantas entram na fase de dormência, que é superada pelo acúmulo de horas frio segundo as exigências específicas de cada variedade, permitindo a retomada do crescimento das plantas com a brotação primaveral. Em geral ocorrem entre dois e três fluxos vegetativos por ano, sendo estes mais abundantes nas variedades de produção precoce. Entre os meses de agosto e setembro, ocorre o florescimento, em algumas variedades antes da brotação e em outras, depois desta. A frutificação na região Sul do Brasil ocorre normalmente uma vez por ano, em ramos de um ano de idade, entre os meses de novembro a fevereiro (Cantuarias-Avilés, 2010).

Entretanto, de acordo com Baptista *et al.* (2006) podem ocorrer variações no padrão fenológico em virtude das características genéticas de cada cultivar e de variáveis como temperatura do ar e fotoperíodo, que interferem na floração e brotação. Em trabalho realizado por Nesmith (2006), ao estudar a fenologia em diferentes locais, observou que a fase de floração pode variar em até 24 dias, dependendo do acúmulo de horas de frio do local e do ano de avaliação. Já Antunes *et al.* (2008) trabalhando com diferentes cultivares do grupo Rabbiteye em Pelotas/RS verificaram que as variações anuais no acúmulo em horas de frio e as oscilações de temperatura do ar proporcionam diferenças no período de florescimento, tendo iniciado na primeira metade do mês de agosto, no ciclo 2005/2006, e na segunda quinzena desse mês nos ciclos de 2003/2004 e 2004/2005.

Estas fases podem ser previstas recorrendo-se a modelos fenológicos que correlacionam a data de ocorrência de várias fases fenológicas com a temperatura do ar observada durante um período pré-determinado (Chuine *et al.*, 2016). Dentre esses modelos, a determinação da fenologia do mirtilheiro pode ser realizada de acordo com a descrição dos estádios de desenvolvimento das gemas, considerando o início da floração quando as plantas apresentavam mais de 5% das flores abertas, a plena

floração quando verificado 50% das flores abertas e o fim da floração quando havia 90% das flores abertas; e o início da brotação, quando as gemas atingiram o estágio de ponta verde (Childers; Lyrene, 2006).

Portanto, a caracterização fenológica das cultivares em diversos locais é de grande importância ao agricultor, pois possibilita estimar as fases fenológicas para um determinado local, auxiliando na tomada de decisão acerca do momento mais adequado para realizar os tratamentos culturais, bem como, programar as prováveis datas de colheita, contribuir para o uso racional de agrotóxicos utilizados nos tratamentos fitossanitários e para a otimização da mão de obra (Radünz *et al.*, 2012).

#### **2.4 Soma térmica**

A fenologia das plantas responde à temperatura do ar na forma de soma térmica, sendo o acúmulo de graus-dia um critério comumente utilizado para determinar as necessidades térmicas das plantas sendo representado pela integração (no tempo - dias) das temperaturas efetivas das plantas, considerando seus extremos de adaptação (Bergamaschi, 2007).

A evolução das fases fenológicas depende da acumulação das somas térmicas e o tempo entre uma fase e outra está diretamente relacionado com as temperaturas ocorridas nesse período (Petri *et al.*, 2012). Conforme Bergamaschi (2007), na integração de graus-dia, o “tempo térmico” resultante corresponde apenas ao período no qual a temperatura permanece acima da base inferior e abaixo da base superior, ou seja, fora desses limites de adaptação, as plantas reduzem seu metabolismo, passando a sofrer estresses por frio ou calor.

A soma de temperaturas efetivas ou de graus-dia se baseia nas chamadas “temperaturas cardeais”, que são parâmetros específicos de adaptação de cada espécie às condições térmicas do ambiente, sendo elas: a temperatura mínima basal (ou base inferior -  $T_b$ ), a temperatura máxima basal (ou base superior -  $T_B$ ) e a temperatura ótima, sendo a temperatura mínima basal, ou simplesmente “temperatura base”, a mais importante. Este parâmetro representa o limite térmico mínimo de adaptação da espécie (Bergamaschi, 2007).

Com isto, tem-se o acúmulo térmico em graus-dia, uma importante ferramenta para estimar a data de colheita e os tratamentos culturais a serem realizados na cultura (Radünz, 2014), assim como, as cultivares mais adaptadas às condições climáticas

locais (Nesmith, 2006) e a estimativa do tamanho do ciclo da cultura em regiões climaticamente diferentes (Leite *et al.*, 2023).

Em trabalho realizado por Radünz (2014) na região de Morro Redondo - RS, o acúmulo térmico, para completar o ciclo (poda-colheita), utilizando Tb de 7°C, foi em média de 1911,1927,4 e 2026,5 GD, respectivamente para a cultivar Clímax, Bluegem e Powderblue, obtendo números de dias de 176, 177 e 184 respectivamente. Já em mirtilheiros 'Duke', 'Bluecrop', 'Jersey', 'Elliott' e 'Liberty' cultivados em Michigan (EUA), os pesquisadores Kirk e Isaacs (2012) utilizando Tb de 7°C, verificaram que o pico de floração ocorreu com 291 GD de soma térmica em condições de campo e, em casa de vegetação, com 420 GD de soma térmica.

## **2.5 Poda**

A poda é uma técnica essencial na produção de mirtilo e é usada para ajudar a estabelecer novas plantações, crescimento de nova folhagem, equilíbrio vegetativo, desenvolvimento reprodutivo, reduzir doenças e pragas, auxiliar na eficiência da colheita, promover crescimento de novos ramos e longevidade das plantas (Phillips; Williamson, 2020).

Quando as plantas de mirtilo não são podadas, eventualmente os ramos se tornarão adensados e improdutivos. Com a poda, buscam-se condições favoráveis para o crescimento de plantas sãs, retirando-se ramos finos e fracos com excesso de ramificações, a fim de produzir ramos vigorosos e longos (Queiroga *et al.*, 2021). A grande quantidade de ramos resultará em grande produção de frutos, mas de qualidade inferior, e a médio prazo os ramos assim formados perderão a capacidade de emitir folhas, tornando-se frágeis. Já os ramos fortes, darão boas produções (Antunes *et al.*, 2006). A realização de uma boa poda pode prolongar a vida do mirtilheiro por até 40 anos (Queiroga *et al.*, 2021).

Desde a implantação do pomar de mirtilheiro, a poda é feita para favorecer o melhor desenvolvimento vegetativo, proporcionando produção aos três anos de idade (Bounous, 2009). Na poda de formação deve-se eliminar as ramificações finas e frágeis abaixo dos 30 cm de altura da copa, mantendo-se de três a quatro ramos mais vigorosos na 1ª estação. No inverno seguinte esses ramos são podados a 40-50 cm de altura, para formação de 3 a 4 pernas (ramos primários), onde será concentrada a produção do ano seguinte. Os ramos primários podem permanecer por até seis anos, quando serão substituídos (Antunes; Raseira, 2006). Na sequência, as

intervenções de poda são realizadas no inverno (poda seca) e no verão (poda verde) (Bounous, 2009).

Na poda de inverno prioriza-se a eliminação de ramos secos e mal localizados, principalmente aqueles que se desenvolvem para o interior da copa (Raseira; Antunes, 2004). As hastes muito altas podem ser cortadas em até 1/3 do seu tamanho e os ramos fracos devem ser despontados até um bom ramo lateral jovem. O número de hastes deve ser entre quatro e seis, sendo uma ou duas para substituição e as demais para produção (Antunes; Raseira, 2006). Na região Sul do Brasil, o manejo de podas do mirtilo é feito a partir do início das brotações (Queiroga *et al.*, 2021).

Em relação a poda de verão, consiste no desponte ou rebaixamento parcial dos ramos, com três objetivos: estimular a emissão de brotos antecipados, forçar a frutificação na porção média dos brotos que produzem os frutos de maior calibre, e eliminar os ramos que já produziram, após a colheita (Cantuarias-Avilés, 2010), devendo ser feita a maior parte da poda (Williamson; Lyrene, 2005). Neste tipo de poda, faz-se uma poda de limpeza, de raleio de ramos e de varas oriundas de gemas das raízes ou da base do tronco das plantas, cuja finalidade é o arejamento da planta e fortalecimento de ramificações para a próxima safra (Raseira; Antunes, 2004).

A época de realização da poda propicia condições diferenciadas de desenvolvimento das plantas frente às variações micrometeorológicas (Chavarria *et al.*, 2009; Neis *et al.*, 2010; Radünz *et al.*, 2012), podendo interferir positiva ou negativamente no crescimento e no desenvolvimento das plantas e nas características produtivas e qualitativas dos frutos (Radünz *et al.*, 2014).

No Brasil, o manejo da poda de mirtilo é baseado no modelo utilizado na sua região de origem, entretanto, as condições edafoclimáticas são diferentes das encontradas no nosso país. Dessa forma, alguns autores realizaram poda em julho (Radünz *et al.*, 2014), agosto (Radünz *et al.*, 2014; Camargo *et al.*, 2016; Camargo *et al.*, 2018; Souza *et al.*, 2014) e setembro (De Moura *et al.*, 2017).

Em trabalho realizado por Radünz (2014), testando épocas de poda seca (poda de inverno) para a cultura do mirtilo, verificou-se que a poda realizada em julho refletiu na maior produção por planta, porém os frutos apresentaram teor de compostos fenólicos inferior aos produzidos em plantas podadas em agosto. Quanto à qualidade dos frutos, o autor verificou que a mesma foi distinta para as diferentes épocas de poda, sob as cultivares avaliadas, tendo os frutos das plantas podadas em julho

apresentado menor teor de sólidos solúveis nas cultivares Clímax e Bluegem e menor teor de antocianinas e atividade antioxidante nos frutos das cultivares Bluegem e Powderblue.

Na cultura da videira, Radünz *et al.* (2013) observou que o adiamento da poda de inverno representa uma redução na quantidade de radiação solar disponível ao nível dos cachos e que o acúmulo de sólidos solúveis apresenta relação positiva com a radiação solar disponível ao nível dos cachos. Já Maciel (2018) em trabalho com amoreira-preta, verificou que a época de poda de inverno afetou a eficiência de conversão da radiação solar em massa seca e produção de massa seca dos frutos, de modo que a poda realizada em julho proporcionou maior eficiência do que a poda realizada em setembro. As duas apresentaram a mesma eficiência de conversão da radiação solar em massa seca e produção de massa seca dos frutos que plantas podadas no período normal (agosto), de forma que a produção por planta e a produtividade estimada não foram afetadas pela época de poda.

No que se refere à poda verde ou de verão em mirtilheiro no Chile, Bañados *et al.*, (2009) observaram que podas precoces no verão aumentaram o número e comprimento de ramos laterais em variedades de Northern e Southern Highbush, comparados com podas mais tardias. Já Carvalho (2020), estudando o efeito da poda de verão nas cultivares 'Ventura', 'Camélia', 'Top Shelf' e 'Blue Ribbon' em Portugal, verificou que quando realizada a poda de verão, os mirtilheiro apresentaram maior quantidade de gemas diferenciadas e floração, o que refletiu num maior número de frutos vingados.

Kovaleski *et al.* (2015), observou na Flórida (EUA) que a poda de verão, independentemente da época ou intensidade, geralmente aumentou o vigor do crescimento vegetativo em cultivares de mirtilheiro e diminuiu a incidência de doenças foliares em 'Jewel'. Em trabalho realizado por Kang *et al* (2018) na Coreia do Sul, verificou-se que a poda de verão em mirtilo 'Misty' do Sul foi eficaz no aumento do tamanho e da quantidade dos frutos e suprimiu a ocorrência de frutos não comercializáveis.

No Japão, Karim *et al.* (2017), observaram na cultura do mirtilheiro que a poda de verão pode ser praticada para complementar ou substituir a poda de inverno e os produtores podem decidir a data da poda de verão de acordo com o tamanho das copas das plantas.

Além destes aspectos, o manejo da poda em diferentes épocas pode aumentar o período de oferta da fruta no mercado, antecipando e ampliando o intervalo de colheita, abastecendo o mercado nos períodos de entressafra, podendo também auxiliar no escalonamento das áreas de cultivo, dinamizando a mão de obra e melhorando o rendimento financeiro dos agricultores (Santos, 2018).

## **2.6 Qualidade dos frutos**

O mirtilo não é somente um fruto saboroso e de grande valor comercial (Reque, 2012), mas também se caracteriza por ser uma fruta nutritiva, em virtude de ser fonte de carboidratos, vitaminas, minerais e fonte de fibras alimentares, que constituem 3,0% a 3,5% da massa da fruta (Michalska; Lysiak, 2015; Shi *et al.*, 2017).

Além disso, como a maioria dos “berries”, o mirtilheiro é rico em flavonoides, taninos e ácidos fenólicos, possuindo diversas propriedades benéficas à saúde associadas à presença compostos bioativos, como as antocianinas (Heinonen; Meyer; Frankel, 1998; Seeram, 2008). O seu consumo ajuda a prevenir o câncer, doenças crônicas, e também pode desempenhar um papel preventivo em defeitos congênitos, formação de catarata, hipertensão, asma, diverticulose, obesidade e diabetes (Wang *et al.* 2012; Wu *et al.*, 2017).

Os frutos podem ser consumidos tanto “in natura” ou após o seu processamento por congelamento, desidratação e enlatamento, quanto utilizados na fabricação de sorvetes, bolos, tortas, geleias, licores, sucos, entre outros produtos (Fachinello, 2008).

Entretanto, vários parâmetros têm um profundo impacto nos níveis de fitoquímicos, tais como, genéticos, fatores ambientais (incluindo local de produção ou práticas agrícolas), processamento, armazenamento e manejo (Moura, 2013).

A qualidade dos frutos depende, em grande parte, da tecnologia utilizada na colheita e pós-colheita, onde os métodos empregados nestas duas fases não melhoram a qualidade do fruto, mas retardam os processos de senescência e decomposição, garantindo melhor conservação e, conseqüentemente, oferecendo tempo mais prolongado para a comercialização (Silva *et al.*, 2000).

De acordo com Araújo (1998), a avaliação conjunta de alguns parâmetros, como: firmeza da polpa, SS, AT, pH e coloração, servem para identificar o estágio de

maturação em que se encontra a fruta, bem como acompanhar o processo de amadurecimento após a colheita.

O teor de sólidos solúveis totais no fruto (<sup>o</sup>Brix), pode ser influenciado por vários fatores, nos quais se incluem a variedade, região de cultivo, fatores climáticos e estado de maturação (Turkmen; Eks, 2011), variando de 7% nos frutos verdes até 15% ou mais nos frutos maduros (Souza *et al.*, 2007).

Os açúcares são os componentes solúveis mais abundantes nos frutos de mirtilo, sendo glicose e frutose os principais, assim como também possuem altos teores de ácidos orgânicos. Os mais comumente encontrados são o cítrico e o málico (Sousa *et al.*, 2007), apresentando, em 100 g de fruto, valores de 0,4 a 0,5 g (Raseira; Antunes, 2004) e de 0,06 a 0,14 g (Rodríguez *et al.*, 1992), respectivamente.

Quando se analisa o nível de aceitação de um produto pelo consumidor, o pH e a acidez são fatores de extrema importância, pois frutos excessivamente ácidos são rejeitados para o consumo (Borguini, 2002). Em frutos de mirtilo pode apresentar uma pequena variação, de acordo com a cultivar (Rodrigues *et al.*, 2007), com pH variando entre 2,25 e 4,25 (Beaudry, 1992).

Contudo, a acidez também é importante para a industrialização, em virtude de conferir a maior dificuldade de deterioração por microrganismos e permite maior flexibilidade na adição de açúcar aos produtos (Morgado *et al.*, 2010). Para cultura do mirtilo o ideal é entre 0,3 e 1,3% (Beaudry, 1992).

No entanto, os frutos maiores e mais pesados possibilitam maior retorno ao produtor; contudo, tanto a massa quanto o diâmetro podem interferir na comercialização do fruto e/ou na aceitação dos mesmos no mercado, por depender das preferências do consumidor, especialmente quando são vendidos para atender o mercado de mesa (Ramm, 2021). As perdas de peso acima de 3-5% resultam numa aparência pouco atrativa, reduzindo o valor comercial e a qualidade do produto (Coutinho; Flores-Cantillano, 2006), sendo o padrão ideal o situado entre 8 e 22 mm de diâmetro (Childers; Lyrene, 2006).

De acordo com Frölech (2022), a determinação da cor é um fator de suma importância na comercialização, pode ser determinante na escolha do consumidor e quando destinado para a indústria, na produção de polpas e extratos para aplicação em alimentos. Na cultura do mirtilo, a cor é influenciada pela presença de cera epicuticular, sendo conferida pela presença de antocianinas (Concenço *et al.*, 2014).

### 3. Capítulo I - Balanço de radiação em mirtilheiro 'Delite' submetido a diferentes épocas de poda

#### 3.1 Introdução

A demanda por pequenas frutas, também chamadas de *berries*, está ultrapassando sua oferta, uma vez que consumidores estão preferindo-as cada vez mais, em detrimento de frutas tradicionais (Medina, 2016). Este fato pode estar atrelado aos benefícios à saúde e a versatilidade de uso proporcionado por estes frutos, como é o caso do mirtilo (*Vaccinium* spp.) (Florêncio, 2023).

A produção de mirtilheiro se expandiu para áreas de cultivo não tradicionais em todo o mundo, devido a utilização de cultivares mais adaptadas e ao aperfeiçoamento de técnicas de manejo e cultivo, sendo necessária a combinação de práticas agrícolas e manejo especializado (Finn *et al.*; Rematales; Hancock, 2014, 2018).

Os elementos meteorológicos podem atuar de maneira diferente, de acordo com o estágio de desenvolvimento em que se encontra a planta, determinando o potencial de produção do mirtilheiro. Durante a fase de repouso vegetativo, a temperatura baixa é o fator mais importante e na fase vegetativa são a temperatura do ar, a precipitação pluvial e a radiação solar (Herter; Wrege, 2006).

A radiação solar é um elemento meteorológico de grande relevância, visto que sua influência se estende desde uma escala micrometeorológica até a circulação geral da atmosfera, uma vez que é responsável por promover o aquecimento diferencial no planeta (Belúcio *et al.*, 2014). Além disso, é um fator determinante na cultura do mirtilheiro, devido sua influência na diferenciação floral, podendo afetar a produção, o rendimento do próximo ano (Yáñez *et al.*, 2009), o crescimento vegetativo e a qualidade dos frutos (Radünz *et al.*, 2016).

Uma das variáveis que expressam a energia disponível no ambiente é o saldo de radiação ou balanço de radiação, sendo este equivalente a contabilidade de toda a energia dos fluxos radiativos descendentes e ascendentes, de onda curta e onda longa, que interagem com a superfície terrestre (Silva; Braga, 2011), apresentando grande influência sobre os processos de evapotranspiração, fotossíntese, aquecimento do ar e do solo (Fietz; Fisch, 2009).

Da radiação solar global que incide sobre a superfície terrestre, parte é refletida, e parte é absorvida pelas culturas (Krieger *et al.*, 2020). Entretanto, a radiação solar

refletida varia de acordo com a superfície, de modo que esta pode alterar a disponibilidade de energia para o sistema solo-planta-atmosfera, e sua influência pode ser estudada a partir do albedo (Maciel, 2018). O albedo corresponde a razão entre a radiação solar refletida e a radiação solar global incidente sobre uma cultura (Bergamaschi; Bergonci, 2017). É uma variável de grande importância, uma vez que controla a partição de energia que chega em uma superfície, por representar a capacidade desta superfície em refletir energia solar (Kushari; Konitpong, 2011).

Visando o aumento da penetração da radiação solar, a prática de manejo mais utilizada é a poda. Entretanto, sua realização também visa manter a produção e a qualidade dos frutos estáveis ao longo dos anos, a melhoria na circulação de ar, a diminuição na incidência de doenças, o aumento da qualidade funcional, além de manter os ramos mais grossos e vigorosos, tornando-os mais produtivos (Yarborough; Pescie *et al.*, 2006, 2011). Além disso, a poda pode alterar a eficiência de conversão da radiação solar em produtividade entre as épocas em decorrência da alteração na disponibilidade energética (Maciel, 2018).

Diante do exposto, objetivou-se determinar o albedo e o balanço de radiação em mirtilheiro 'Delite' submetido a diferentes épocas de poda.

### **3.2 Materiais e Métodos**

O experimento foi realizado em um pomar comercial, no município de Pelotas, situado na região Sul do Rio Grande do Sul (RS), a 31°33'S, 52°23'O e 110m de altitude, durante os anos agrícolas de 2021/2022 e 2022/2023. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo "Cfa" - temperado úmido com verões quentes.

Foram utilizadas plantas com 18 anos de idade, de mirtilheiro 'Delite', pertencente ao grupo rabbiteye, conduzidas em um espaçamento de 1,5 m entre plantas e 3,0 m entre linhas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 3, sendo um fator a poda de verão (com poda de verão x sem poda de verão), e o outro fator a época da poda de inverno (precoce x convencional x tardia), com quatro repetições, sendo uma planta por repetição, totalizando 24 plantas no experimento.

A poda de verão foi realizada após o fim da colheita, no mês de fevereiro e a poda de inverno foi realizada em diferentes épocas, sendo a poda precoce realizada

na segunda quinzena de junho, a poda convencional na segunda quinzena de julho e a poda tardia na segunda quinzena de agosto.

O solo foi classificado como do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo (Santos *et al.*, 2013). O pH da área experimental é de 4,5, segundo análise de solo. Quanto ao manejo das plantas daninhas, foi realizado com roçadeira agrícola nas entrelinhas e cobertura morta a base de acícula de pinus nas linhas, além de capinas manuais próximo as hastes das plantas, quando necessário.

No final da segunda quinzena de junho, durante o período de repouso das plantas, foi realizada aplicação de calda sulfocálcica a 2% de concentração, não sendo necessária a aplicação de qualquer outro defensivo agrícola.

Em relação à cobertura de solo, foi utilizada uma camada de acículas de pinus mantida numa espessura de aproximadamente 10 cm e cobrindo uma faixa de aproximadamente 1,0 m de largura ao longo das linhas de plantio, sendo repostas sempre que necessário. A adubação – uniforme para todos os tratamentos – foi realizada com base nas análises de solo e foliar e seguindo a recomendação do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS - RS/SC, 2016).

As variáveis analisadas foram: saldo de radiação ( $R_n$ ), radiação solar global incidente ( $R_s$ ), radiação solar refletida ( $R_r$ ), albedo ( $\alpha$ ), balanço de ondas curtas (BOC), balanço de ondas longas (BOL) e fenologia.

Para a obtenção do saldo de radiação ( $R_n$ ), foi instalado um saldo radiômetro modelo NR-Lite (Kipp & Zonen®) juntamente a linha de cultivo, durante a época de poda convencional, a aproximadamente 0,30m acima do dossel da cultura.

A determinação da radiação solar global incidente ( $R_s$ ) foi por meio de um tubo solarímetro instalado a 0,75 m acima do dossel da cultura, que em média possui 1,72 m. Para obtenção da radiação solar refletida ( $R_r$ ), foi utilizado um tubo solarímetro com a face sensível voltada para baixo, em cada uma das épocas de poda de inverno com poda de verão, instalados a 0,60 m acima do dossel da cultura.

O albedo ( $\alpha$ ) foi determinado conforme expresso pela equação 1.

$$\alpha = R_r / R_s \quad (1)$$

Onde:

O Balanço de ondas curtas (BOC) foi obtido conforme expresso na equação 2:

$$BOC = (1 - \alpha) \times R_s \quad (2)$$

O balanço de ondas longa (BOL) foi calculado pela diferença entre o saldo de radiação ( $R_n$ ), obtido por meio de leitura, e o BOC, conforme mostra a equação 3:

$$BOL = BOC - R_n \quad (3)$$

A coleta de dados foi realizada no período da poda até o fim da colheita, sendo utilizado um *datalogger* modelo CR1000 (Campbell Scientific®), programado para efetuarem leituras a cada cinco segundos, armazenando as médias a cada 30 minutos. O equipamento foi alimentado pela bateria recarregável por painel solar.

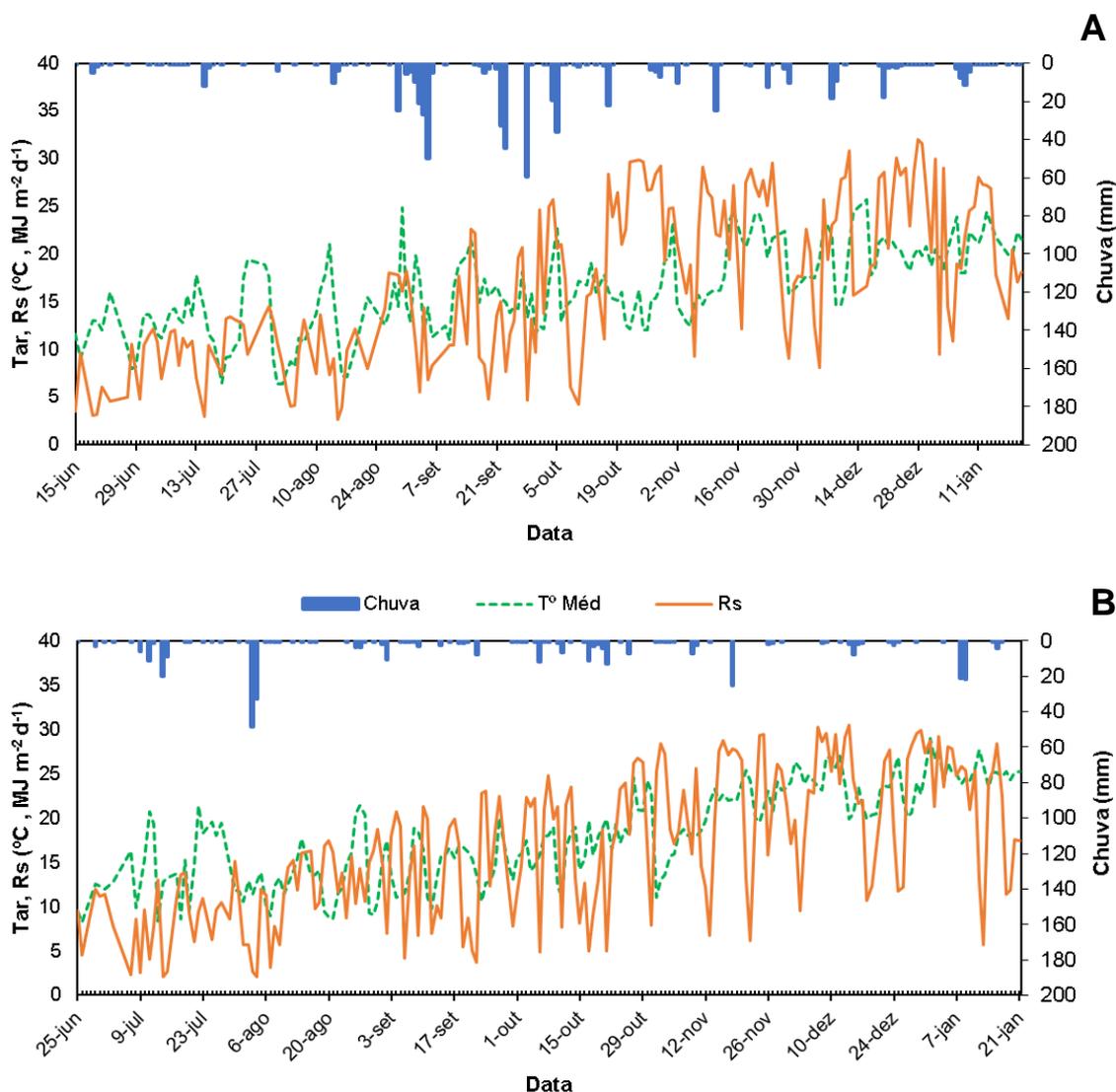
O acompanhamento fenológico foi realizado uma vez por semana, de acordo com a descrição dos estádios de desenvolvimento da gema (Childers; Lyrene, 2006), considerando-se o início da floração quando as plantas apresentavam mais de 5% das flores abertas, a plena floração quando verificado 50% das flores abertas e o fim da floração quando havia 90% das flores abertas; e o início da brotação, quando as gemas atingiam o estágio de ponta verde. A maturação completa dos frutos foi determinada quando a epiderme estava totalmente azul escura, sendo colhidos a cada sete dias, conforme recomendação de Cline e Mainland (2002).

Após a coleta dos dados, eles foram transferidos para uma planilha eletrônica, onde foram organizados e tabulados, para realização dos cálculos, construção dos gráficos e tabelas.

### **3.3 Resultados e discussão**

Os valores das variáveis meteorológicas mensuradas durante o período de cultivo de mirtilheiro 'Delite', nos dois anos agrícolas, estão apresentados na Figura 1. Durante o ano agrícola 2021/2022 observou-se que a radiação solar global ( $R_s$ ) diária oscilou entre 2,6 e 32,0 MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>, em virtude das condições climáticas de Pelotas, RS, região na qual foi realizada o estudo, ter períodos parcialmente nublados.

Figura 1 - Variação diária da radiação solar global (Rs), temperatura média do ar (Tar) e Chuva, registrados durante o período experimental durante os anos agrícolas de 2021/2022 (A) e 2022/2023 (B)



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Quanto aos valores médios diários de temperatura do ar (Figura 1A), estiveram compreendidos entre 6,3 e 29,3 °C, sendo os valores extremos registrados de 0,7 e 38,9 °C. A chuva acumulada durante o primeiro ano agrícola foi de 729 mm, com um evento diário máximo de 59 mm.

No que se refere ao segundo ano agrícola 2022/2023 (Figura 1B), a radiação solar global diária oscilou entre 2,0 e 30,5 MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>. Para os valores diários médios de temperatura do ar, observou-se oscilação entre 8,3 e 28,93 °C, onde os valores extremos registrados foram de 0,2 e 39,9 °C. A chuva acumulada no período foi de 518 mm, com um evento diário máximo de 70 mm.

Foi possível observar que em ambos os anos agrícolas o valor da chuva acumulada foi inferior à normal climatológica do período 1991/2020 – obtida a partir de dados do Instituto Nacional de Meteorologia para chuva, que foi de aproximadamente 905,2 mm (INMET, 2024), considerando período similar a duração do experimento do primeiro e segundo ano agrícola, sendo de junho a janeiro. Os valores de precipitação foram 176,2 e 387,2 mm inferior à normal climatológica para o primeiro e segundo anos agrícolas avaliados, respectivamente.

Este fato pode ser explicado em virtude do período do experimento ter sido marcado pelo fenômeno La Niña, perdurando de julho de 2020 a fevereiro de 2023, ocasionando chuvas abaixo da média nas regiões Centro-Oeste e Sul do Brasil (CEMADEN, 2024).

De acordo com o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (2024), este fenômeno atmosférico-oceânico complexo consiste no resfriamento anormal em uma vasta extensão do Oceano Pacífico Tropical, especialmente na região central e no centro-leste deste oceano, incluindo a região costeira do Equador e do Peru, podendo ressurgir em intervalos de tempo que variam de 2 a 7 anos.

Na Tabela 1 observa-se os valores de radiação solar global (Rs) acumulados para cada fase fenológica. Entretanto, verificou-se que a realização da poda de verão não influenciou nos valores acumulados, para ambos os anos agrícolas.

Nos dois anos agrícolas constatou-se que a fase do final da floração ao início da colheita obteve-se os maiores valores de Rs acumulados, sendo de 1363,02 e 1697,42 MJ m<sup>-2</sup>, para o primeiro e segundo ano agrícola, respectivamente, independentemente da época de poda de inverno.

Esses resultados possivelmente são decorrentes do intervalo de tempo desta fase, que foi a mais longa do ciclo, de 78 e 63 dias para cada ano agrícola, respectivamente. Em trabalho realizado por Cargnelutti Filho *et al.* (2004), estudando a radiação solar global no Estado do Rio Grande do Sul, também foi observado maiores valores de radiação solar global média no primeiro e último mês do ano, ocorrendo diminuição nos meses de junho e julho.

Tabela 1 - Radiação solar global (Rs) acumulada para cada fase fenológica de plantas de mirtilheiro 'Delite' sob diferentes épocas de poda nas safras 2021/2022 e 2022/2023. P: poda; IB: início da brotação; IF: início da floração; PF: Plena floração; FF- final da floração; IC – Início da colheita; FC – Final da colheita

Fase fenológica	Rs (MJ m <sup>-2</sup> )		
	Época de poda de inverno		
	Precoce	Convencional	Tardia
<b>2021/2022</b>			
<b>P – IB</b>	570	236,71	52,37
<b>IB – IF</b>	101,73	101,73	101,73
<b>IF – PF</b>	49,85	49,85	49,85
<b>PF – FF</b>	92,61	92,61	92,61
<b>FF – IC</b>	1363,02	1363,02	1363,02
<b>IC – FC</b>	1020,4	1020,4	1020,4
<b>Ciclo total</b>	3197,61	2864,32	2679,98
<b>2022/2023</b>			
<b>P – IB</b>	442	242,47	16,93
<b>IB – IF</b>	93,93	93,93	93,93
<b>IF – PF</b>	96,28	96,28	96,28
<b>PF – FF</b>	99,36	99,36	99,36
<b>FF – IC</b>	1697,42	1697,42	1697,42
<b>IC – FC</b>	937,31	937,31	937,31
<b>Ciclo total</b>	3366,3	3166,77	2941,23

Fonte: Elaborada pela autora (2024).

No que se refere aos menores valores acumulados (Tabela 1), no primeiro ano agrícola, para a fase de início da floração à plena floração obteve-se 49,85 MJ m<sup>-2</sup>, independentemente da época de poda de inverno. Já no segundo ano agrícola, a fase de início da brotação à início da floração obteve-se os menores valores de Rs acumulados, sendo de 93,93 MJ m<sup>-2</sup>, não diferindo entre as épocas de poda de inverno.

Os baixos valores acumulados são em virtude da rápida duração destas fases fenológicas, ambas com sete dias de duração e pela estação do ano em que se encontram as referidas fases fenológicas, sendo estas, no inverno. Conforme Ferreira (2006), a estação do ano influencia na energia recebida em um determinado local devido ao fato de o movimento da Terra em torno do sol descrever uma órbita elíptica.

Bergamaschi (2017), observando a distribuição da radiação global na Região Sul do Brasil nos meses de solstícios de inverno (junho) e verão (dezembro), verificou

que no mês de junho o total mensal de Rs aumenta de sul para norte, de 8,5 a 12,5 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> pela menor duração dos dias e maior inclinação da radiação solar no extremo sul da Região. Já em dezembro, os autores verificaram que o total de Rs aumenta de nordeste a sudoeste, de 15,5 a 25 MJ<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup> em razão, sobretudo, da maior duração dos dias e menor nebulosidade do extremo sul-sudoeste.

De acordo com Yáñez *et al.* (2009), a radiação que penetra no interior do dossel do mirtilheiro é um fator de grande importância para a diferenciação floral, pois afeta a produção e o rendimento do próximo ano, influenciando no crescimento vegetativo, no desenvolvimento das gemas florais e na qualidade da fruta. Em trabalho realizado no Chile, os autores observaram correlação entre a redução da radiação na base do dossel e a redução no número de botões florais.

Além disso, ao comparar as diferentes épocas de poda de inverno (Tabela 1), somente houve variação nos valores de Rs na fase entre a poda e o início da brotação, sendo de 570, 236,71 e 52,37 MJ m<sup>-2</sup> durante o primeiro ano agrícola para a poda precoce, convencional e tardia, respectivamente. E para o segundo ano agrícola, obteve-se valores de 442, 242,47 e 16,93 MJ m<sup>-2</sup> para a poda precoce, convencional e tardia de inverno, respectivamente.

Ao analisar os valores acumulados para todo o ciclo (Tabela 1), observou-se variação entre as épocas de poda de inverno, obtendo os seguintes valores: 3197,61, 2864,32 e 2679,98 MJ m<sup>-2</sup> para poda precoce, convencional e tardia, respectivamente, durante o primeiro ano agrícola. Já no segundo ano agrícola obteve-se valores de 3366,3, 3166,77 e 2941,23 MJ m<sup>-2</sup> para precoce, convencional e tardia, respectivamente.

Observou-se uma oscilação dos valores de Rs acumulados entre as épocas de poda de inverno, principalmente, entre as podas precoce e tardia (Tabela 1). Este resultado pode estar relacionado aos dias transcorridos entre estes períodos.

As variações meteorológicas ocorrem de forma periódica, sobretudo em resposta ao balanço de radiação solar, onde uma mesma espécie ou genótipo pode alterar a época de ocorrência de fases importantes ou a própria duração do ciclo, dependendo principalmente do regime térmico (Bergamaschi *et al.*, 2007). Em trabalho realizado por Nesmith (2006) ao estudar a fenologia de diferentes variedades de mirtilo em diferentes locais, concluiu que a fase de floração pode variar em até 24 dias, dependendo do acúmulo de horas de frio do local e do ano de avaliação.

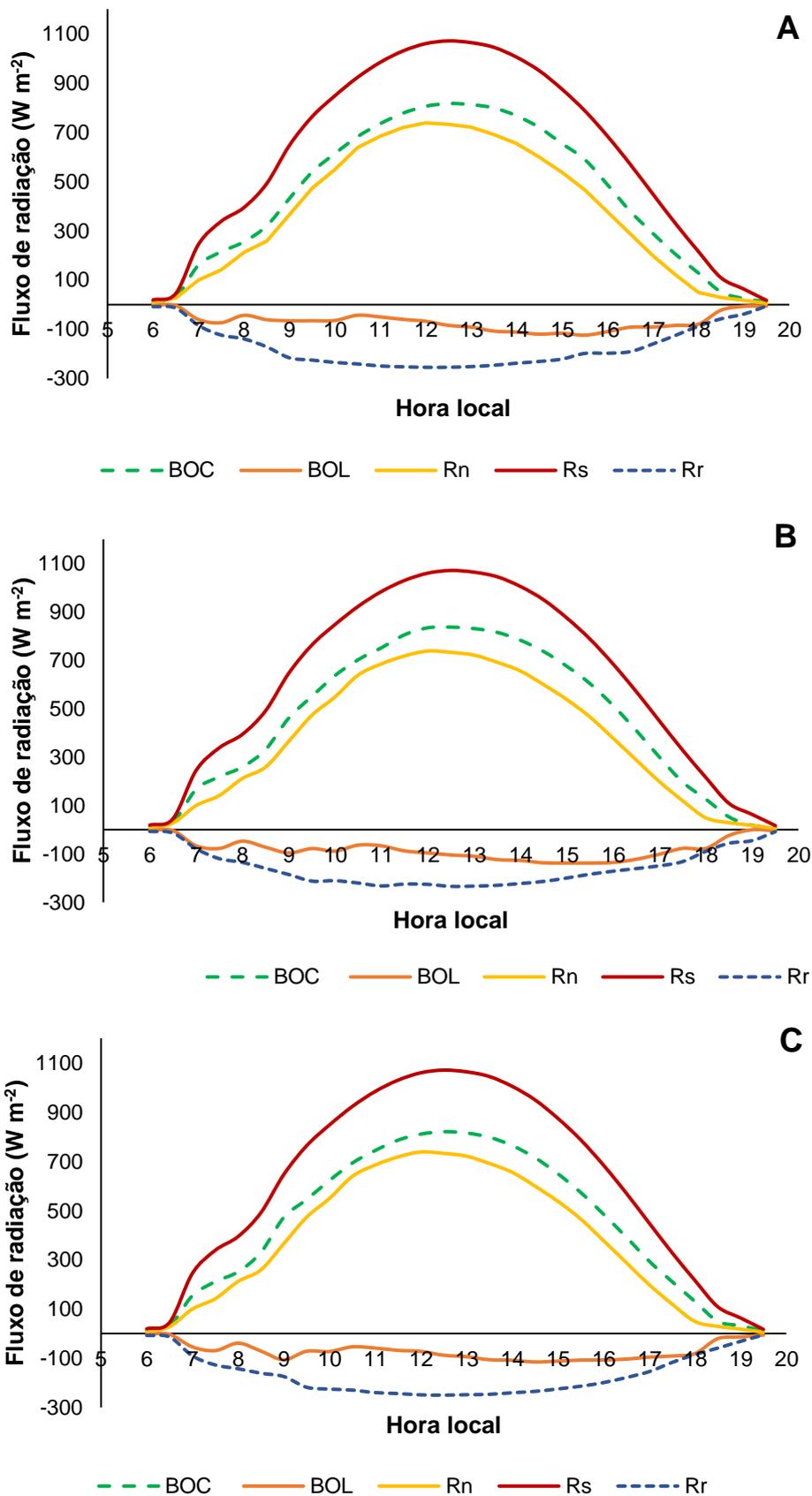
Medeiros *et al.* (2018), estudando oito cultivares de mirtilheiro do grupo rabbiteye em condições de clima subtropical úmido, nos ciclos de 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015, observou floração no período de julho a setembro, concentrando a colheita nos meses de novembro e dezembro. Já Antunes *et al.* (2008), trabalhando com diferentes cultivares do grupo Rabbiteye em Pelotas/RS, verificaram que o período de florescimento teve início na primeira metade do mês de agosto, no ciclo 2005/2006, e na segunda quinzena desse mês nos ciclos de 2003/2004 e 2004/2005.

Na Figura 2 é possível observar a variação horária dos componentes do balanço de radiação para um dia ensolarado sobre a área cultivada com mirtilheiro 'Delite'. Dessa forma, observou-se que o total diário de radiação solar global ( $R_s$ ) foi de  $30,53 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ , apresentando valores crescentes de  $R_s$  no turno da manhã até estabilizar entre as 11 e 14 horas, alcançando  $1071 \text{ W m}^{-2}$ , e posteriormente, diminuindo até o fim da tarde.

Neste mesmo dia de céu limpo, a radiação refletida ( $R_r$ ) pela superfície cultivada com mirtilheiro 'Delite' atingiu valores de até  $-254,4 \text{ W m}^{-2}$  (Figura 2A),  $-250,3 \text{ W m}^{-2}$  (Figura 2C) e  $-234,1 \text{ W m}^{-2}$  (Figura 2B) na época de poda precoce, tardia e convencional, respectivamente. De acordo com Santos (2022), esses resultados podem estar diretamente associados ao número de folhas senescentes e a diferença de área foliar entre as plantas de cada época. Além disso, conforme Radünz *et al.* (2013), o número de folhas presente nas plantas afeta diretamente a quantidade de radiação refletida, pois menor número de folhas resulta em menor refletividade da superfície.

Quanto ao saldo de radiação, ao meio-dia foram observados valores máximos diários, correspondendo a  $738,2 \text{ W m}^{-2}$  (Figura 2B), na época de poda convencional. Schöffel (2021) obteve valores máximos diários do saldo de radiação para um dia ensolarado ao meio-dia de  $784 \text{ W m}^{-2}$ ,  $744 \text{ W m}^{-2}$  e  $720 \text{ W m}^{-2}$ , nas épocas precoce, convencional e tardia, respectivamente, para a cultura da amoreira preta, na região de Morro Redondo/RS. De acordo com Fietz e Fisch (2009), esta variável é de extrema importância, em virtude de representar a energia disponível para diversos processos, como evapotranspiração, fotossíntese, aquecimento do ar e do solo.

Figura 2 - Componentes do balanço de radiação sobre cultivo de mirtilheiro 'Delite', em um dia ensolarado (14/12/2022), para as épocas de poda precoce (A), convencional (B) e tardia (C)



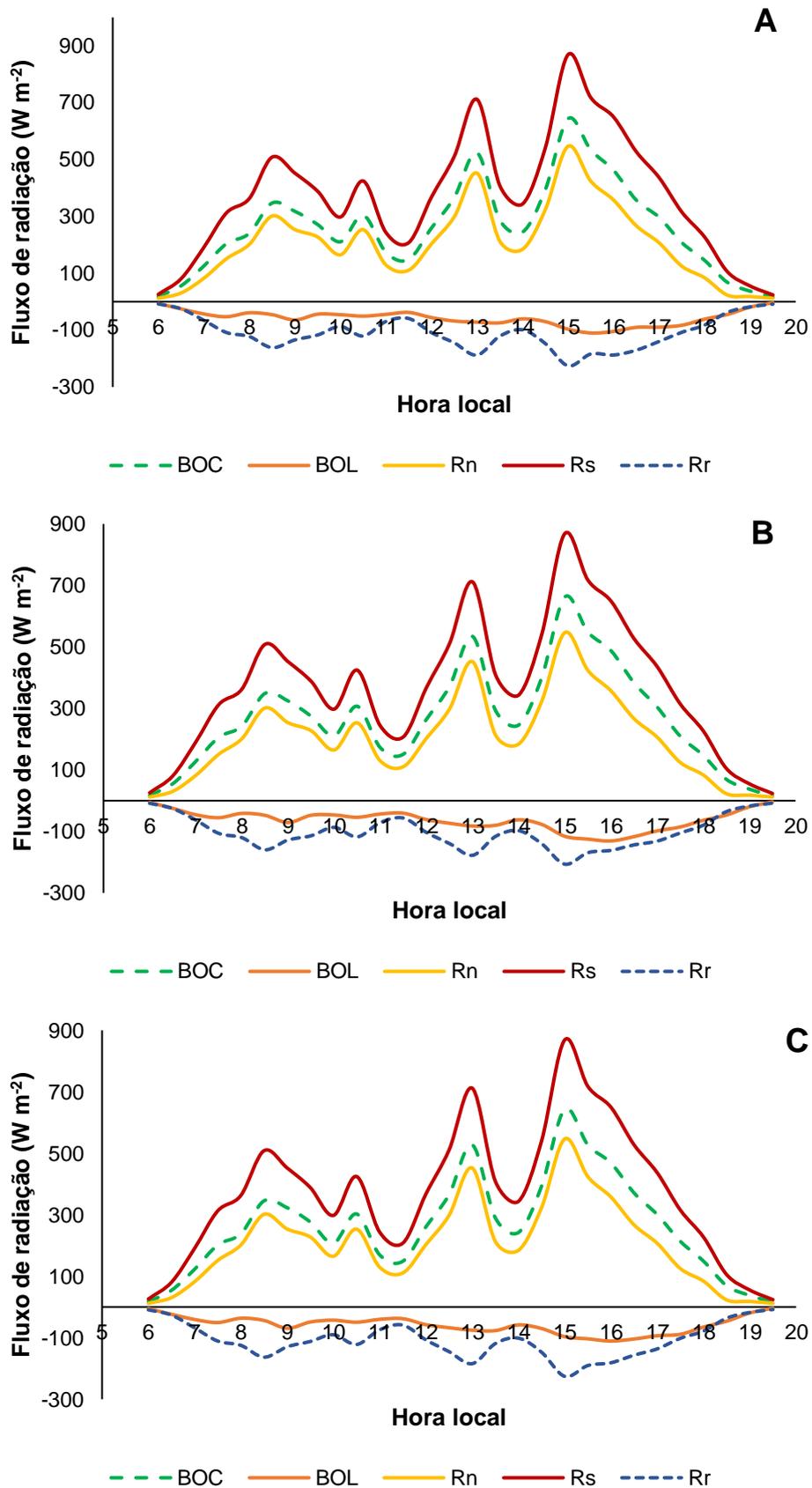
Fonte: Elaborada pela autora (2024).

No que se refere a variação horária do balanço de ondas curtas (BOC) e do balanço de ondas longas (BOL) para o dia ensolarado (Figura 2), observou-se comportamento similar entre as épocas de poda, onde para BOC verificou-se valores de 22,15, 22,80 e 22,32 MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> e para BOL obteve-se valores de -3,42, -4,07 e -3,59 MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>, para plantas podadas de forma precoce, convencional e tardia, respectivamente.

Nos dias de alta nebulosidade (Figura 3), observou-se que a radiação solar global (Rs) que chega até a superfície diminui consideravelmente. Para um dia nublado, a Rs total diária foi de 18,55 MJ m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup>, sendo essa energia 40% menor quando comparada com a Rs observada no dia ensolarado. E essa acentuada redução da radiação solar trouxe, por consequência, a mesma redução de 40% no BOC para as três diferentes épocas de poda. Entretanto, verificou-se para BOL nesse dia nublado em relação ao dia ensolarado uma redução de 16%, 22% e 18% para épocas de poda precoce, convencional e tardia, respectivamente.

Em relação a escala horária o pico observado de radiação solar incidente foi de 869 W m<sup>-2</sup>, às 15 horas (Figura 3). Além disso, em função das condições de nebulosidade os componentes do balanço de radiação oscilaram ao longo do dia, alterando aleatoriamente picos e declínios. Portanto, às 15 horas foram observados os valores extremos para as variáveis Rs, Rn, Rr, BOL e BOC em todos os tratamentos. Em termos relativos, às 12h do dia nublado a Rs sobre o cultivo de mirtilheiro foi de 65% do valor obtido em comparação com o respectivo dia de céu claro, e esta proporção também é observada nos valores de BOC e Rr. O que evidencia redução em todas as variáveis avaliadas para as condições deste dia em comparação com o dia ensolarado.

Figura 3 - Componentes do balanço de radiação em um dia completamente nublado (24/12/22), sobre cultivo de mirtilheiro 'Delite' submetidas a poda precoce (A), convencional (B) e tardia (C)



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Na Figura 4A, é possível observar a variação horária do albedo para as diferentes épocas de poda, em um dia ensolarado. Verificou-se valores médios de 0,31, 0,29 e 0,30 para as épocas de poda precoce, convencional e tardia, respectivamente.

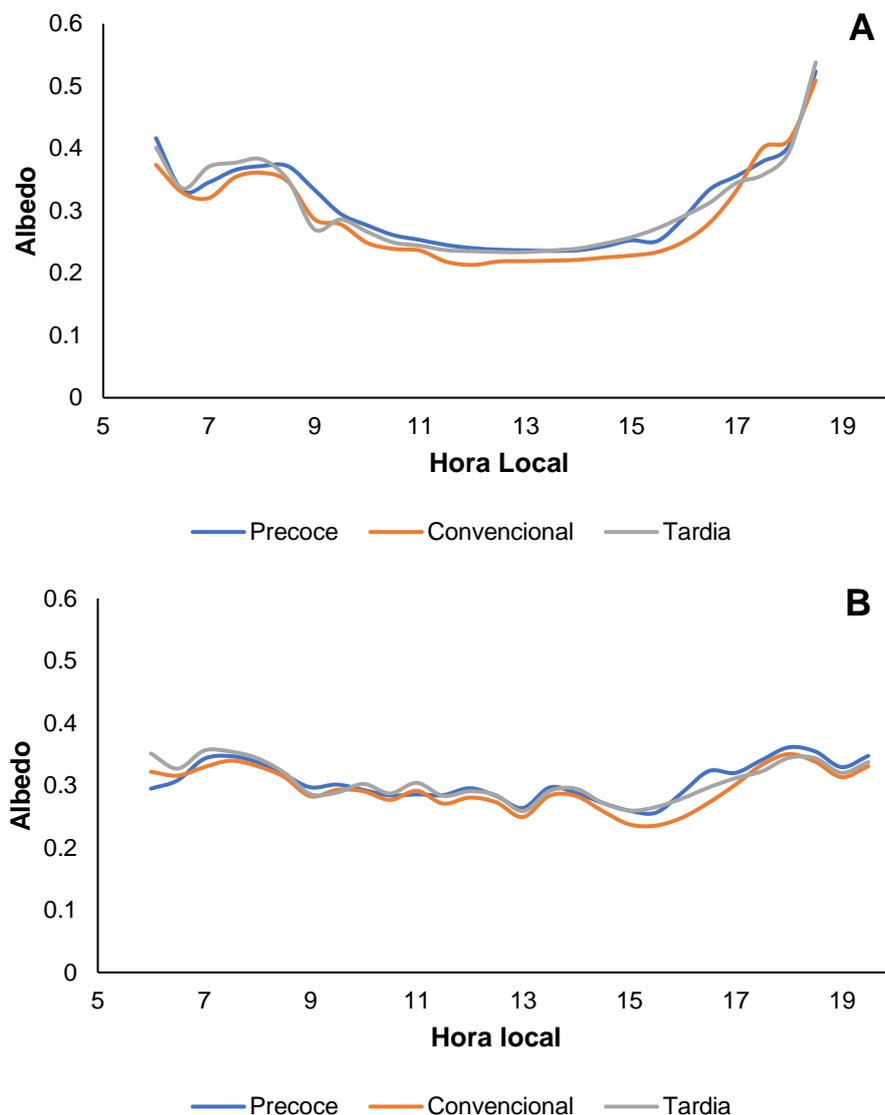
Além disso, observou-se uma oscilação nos valores horários de albedo, em que os maiores valores foram encontrados nos períodos de início e fim do dia, enquanto os menores valores foram observados próximo ao meio-dia (Figura 4A). Esse resultado também foi encontrado por Schöffel *et al.* (2021) e Santos (2022) em amoreira preta e por Santos (2021) em Capim Sudão.

De acordo com Leitão *et al.* (2002), durante o dia, o albedo decresce com a elevação do sol, alcançando, em geral, valores máximos próximo ao nascer e pôr-do-sol, enquanto os valores mínimos são observados em torno do meio-dia, pois é quando a penetração de radiação no dossel vegetativo é maior, resultando no aumento da absorção e espalhamento da energia.

Para um dia completamente nublado (Figura 4B), foram encontrados valores médios de albedo de 0,30, 0,29 e 0,30 para as épocas de poda precoce, convencional e tardia, respectivamente. No entanto, foi possível observar uma ampla variação do albedo na escala horária, com uma tendência de aumento dos valores no início da manhã e no final da tarde. Este resultado está relacionado ao aparecimento de nuvens durante o dia, resultando na menor amplitude da radiação solar global ( $R_s$ ) quando comparada ao dia ensolarado, além da redução de sua oferta na maior parte do dia. Conforme Veissid (2016), o valor do albedo depende da natureza ou qualidade da atmosfera, do tipo de superfície (solo, floresta ou oceano) e da cobertura de nuvens, sendo reduzido sob condições de forte nebulosidade (Giordano; Krüger, 2014).

Observou-se que em torno das 18h houve um acréscimo da  $R_s$ , possivelmente em virtude da menor densidade de nuvens presentes, além do ângulo zenital solar ser maior e contribuir para a observação de maiores valores de albedo no final da tarde. Para Correia *et al.* (2002), o ângulo zenital do Sol também é um fator que determina o albedo, o que leva a evidentes variações diurnas, sendo valores mais elevados de albedo para ângulos zenitais maiores, e valores mais baixos de albedo para ângulos zenitais menores.

Figura 4 - Albedo de mirtilheiro 'Delite' para um dia ensolarado (14/12/22) (A) e para um dia nublado (24/12/22) (B) para plantas que receberam poda precoce, convencional e tardia



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

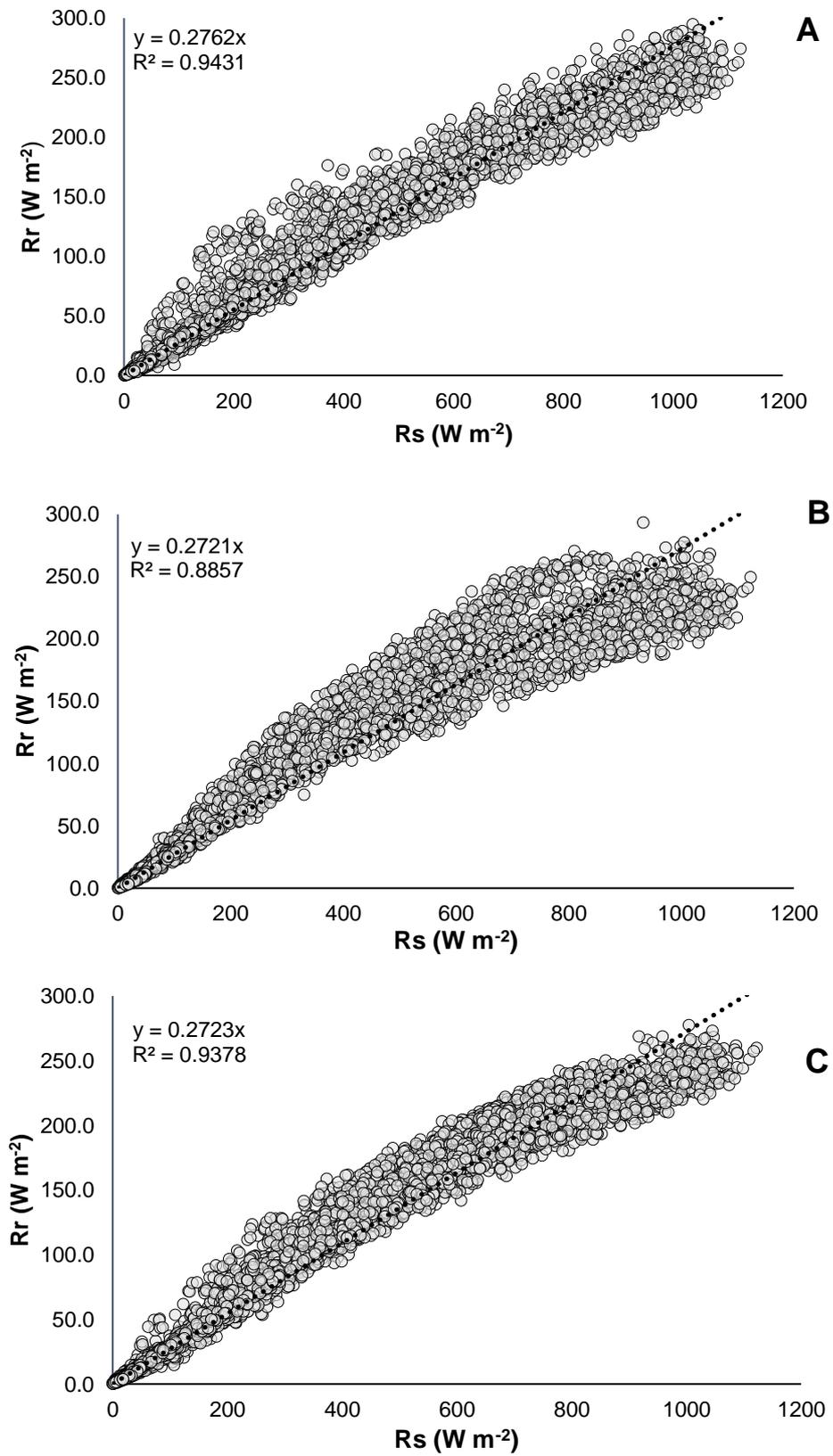
Na Figura 5 observa-se a relação entre a radiação solar refletida ( $R_r$ ) e a radiação solar global na superfície ( $R_s$ ) do cultivo de mirtilheiro 'Delite', onde os dados foram agrupados, sem a distinção de horário ou presença de nuvens, durante todo o ciclo para as épocas de poda precoce, convencional e tardia. Observou-se que para todos os tratamentos existe uma correlação positiva entre as variáveis, indicando que a quantidade de radiação refletida pelo cultivo de mirtilheiro 'Delite' aumenta linearmente com o acréscimo da radiação solar global. Essa relação ajustada é uma equação linear simples, com intercepto zero, cujo coeficiente angular resulta no albedo do cultivo.

Em relação às plantas de mirtilheiro 'Delite, cultivadas com entrelinhas totalmente cobertas por plantas espontâneas, obteve-se 0,27 de albedo, independentemente do tratamento, ou seja, este valor indica que 27% da radiação solar incidente acabou sendo refletida pela superfície. Dessa forma, é possível atribuir um valor médio de albedo para todo o ciclo, com alto grau de acerto, conforme pode ser verificado por meio dos coeficientes de determinação ( $R^2$ ) das equações apresentadas na Figura 5.

Santos (2022), estudando diferentes épocas de poda na cultura da amora-preta, observou valores de albedo de 0,17, 0,20 e 0,23 para as podas realizadas em julho, agosto e setembro, respectivamente, na região de Morro Redondo/RS.

De acordo com Correia *et al.*, (2002), uma das justificativas da variação do albedo é a própria condição da superfície de modo geral, albedos mais elevados estão associados com superfícies suaves, secas e coloração clara, enquanto albedos mais baixos estão relacionados com superfícies rugosas, úmidas e coloração escura.

Figura 5 - Relação entre a radiação solar global (Rs) e a radiação solar refletida (Rr) pela superfície cultivada com mirtilheiro 'Delite' sob as épocas de poda precoce (A), convencional (B) e tardia (C), durante o ano agrícola de 2022/2023

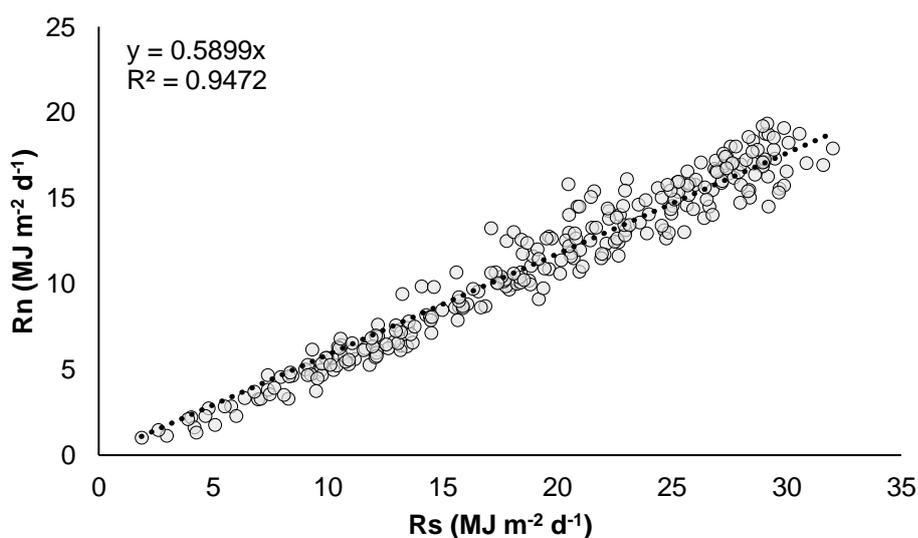


Fonte: Elaborada pela autora (2024).

Observa-se na Figura 6 a relação entre a radiação solar global (Rs) e o saldo de radiação (Rn) sobre superfície cultivada com mirtilheiro 'Delite'. Verificou-se elevados coeficientes de determinação das equações, demonstrando uma alta confiabilidade, onde o saldo de radiação diário correspondeu, em média, 58% da radiação solar global diária incidente sobre o cultivo. Resultado semelhante foi observado por Schöffel *et al.* (2021) em amoreira preta na região de Morro Redondo/RS, em que obteve valores variando de 54% a 59%. Silva *et al.* (2007), ao realizar avaliações em superfícies de grama batatais e capim Tanzânia em Piracicaba/SP, observou que o Rn correspondeu, respectivamente, a 53 e 54% da Rs nessas superfícies vegetadas.

De acordo com Pezopane *et al.*, (2005), os estudos microclimáticos necessitam enfocar medidas de radiação solar global e saldo de radiação, uma vez que esses elementos determinam a disponibilidade de energia para processos como evapotranspiração, aquecimento do ar e solo e fotossíntese. Além disso, conforme Azevedo *et al.* (1997), o Rn apresenta alta correlação com a Rs, tanto para períodos curtos (dias, semanas) como para longos (meses), tendo observado coeficientes de determinação maiores que 0,97, confirmando haver dependência linear entre essas variáveis.

Figura 6 - Relação entre a radiação solar global (Rs) e o saldo de radiação (Rn) sobre superfície cultivada com mirtilheiro 'Delite' sob época de poda convencional, durante as safras 2021/2022 e 2022/2023



Fonte: Elaborada pela autora (2024).

### **3.4 Conclusão**

O albedo de mirtileiro 'Delite' com entrelinhas totalmente cobertas por vegetação espontânea é de 0,27 e 58% da radiação solar global diária é disponibilizada ao ambiente como saldo de radiação.

## 4. Capítulo II: Avaliação de diferentes épocas de poda na fenologia de mirtilheiro 'Delite'

### 4.1 Introdução

O mirtilo (*Vaccinium* spp.) é um pequeno fruto conhecido pela sua riqueza em vitaminas, minerais e elevado teor em antioxidantes, ou seja, é um fruto extremamente benéfico para a saúde e bem-estar do ser humano, fazendo com que tenha uma procura crescente (Carvalho, 2020). No Brasil, o cultivo concentra-se no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais e Goiás (Momoli, 2018).

Dessa forma, por apresentar excelentes oportunidades de negócio e expansão, a cultura vem sendo estudada no sentido de desenvolver sistemas de produção mais competitivos (Rufato; Antunes, 2016) por meio da combinação de práticas agrícolas como irrigação, fertilização e manejo especializado, tornando mais eficaz o uso de insumos e reduzindo a juvenilidade das plantas (Fang *et al.*, 2020).

Nesse caso, a caracterização fenológica e térmica das cultivares de diferentes espécies em diversos locais é de grande importância ao agricultor, pois possibilita estimar as fases fenológicas e o requerimento térmico para um determinado local, auxiliando na tomada de decisão acerca do momento mais adequado para realizar os tratamentos culturais, bem como, programar as prováveis datas de colheita, contribuir para o uso racional de agrotóxicos utilizados nos tratamentos fitossanitários e para a otimização da mão de obra (Radünz *et al.*, 2012).

Além disso, a consolidação do sistema adequado de poda é fundamental para o crescimento da cultura no país (Souza, 2011). Neste sentido, a época de realização da poda propicia condições diferenciadas de desenvolvimento das plantas frente às variações micrometeorológicas (Radünz *et al.*, 2012), interferindo no crescimento e desenvolvimento das plantas, assim como nas características produtivas e qualitativas dos frutos (Radünz *et al.*, 2014),

Alguns trabalhos relacionados ao manejo de poda de inverno em mirtilheiro foram realizados por Radünz (2014), Souza *et al.* (2014), De Moura *et al.* (2017) e Camargo *et al.* (2018). No entanto, não foram encontrados estudos a respeito do manejo de poda na cultura do mirtilo na época de verão para região de Pelotas, RS.

Além disso, cabe destacar a carência de informações técnicas que contemplem a adaptabilidade, a fenologia e as práticas de manejo da cultura para as condições climáticas do Sul do Brasil (Radünz, 2014). Diante do exposto, com este estudo teve-

se por objetivo avaliar a fenologia de mirtilheiro 'Delite' submetido a poda de verão e época de poda de inverno.

#### **4.2 Materiais e métodos**

O experimento foi conduzido na área experimental de uma empresa comercial, localizada na Colônia Ramos, 3º distrito do município de Pelotas/RS (31°33'04.77"S, 52°23'50.46"O; 110 m de altitude), durante os anos agrícolas de 2021/2022 e 2022/2023.

Foram utilizadas plantas de mirtilheiro 'Delite', pertencente ao grupo rabbiteye, o qual compõe as principais cultivares no Brasil, com 18 anos de idade. O clima da região é do tipo "Cfa" - temperado úmido com verões quentes, conforme a classificação de Köppen. O solo foi classificado como do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo. O pH da área experimental é de 4,5, segundo análise de solo, não necessitando de correção, devido a cultura necessitar de solos ácidos para produzir com regularidade (Pasa *et al.*, 2014).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x3, sendo os fatores: poda de verão (com poda de verão x sem poda de verão) e épocas de poda de inverno (precoce x convencional x tardia), com quatro repetições e uma planta por repetição.

Nos anos agrícolas de 2021/2022 e 2022/2023, a poda de verão foi realizada após o fim da colheita, no mês de fevereiro de 2021 e a poda de inverno foi realizada em diferentes épocas, sendo a poda precoce realizada na primeira quinzena de junho, a convencional na primeira quinzena de julho e a tardia na primeira quinzena de agosto.

O manejo das plantas daninhas foi realizado com roçadeira agrícola nas entrelinhas e nas linhas com cobertura morta a base de acícula de pinus, além de capinas manuais próximas às plantas, quando necessário. No final da segunda quinzena de junho, durante o período de repouso das plantas, foi realizada aplicação de calda sulfocálcica na concentração de 2%, sendo desnecessária a aplicação de qualquer outro defensivo agrícola.

O pomar foi conduzido em espaçamento de 1,5 x 3,0 m, equivalente a 2.222 plantas ha<sup>-1</sup>, sendo utilizada a cobertura de solo com acícula de pinus mantida a uma camada de aproximadamente 10 cm e cobrindo uma faixa de aproximadamente 1,0 m de largura ao longo das linhas de plantio, sendo repostas sempre que necessário. A

adubação foi realizada com base nas análises de solo e foliar e seguindo a recomendação do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS - RS/SC, 2016), sendo realizada igualmente para todos os tratamentos.

As avaliações fenológicas foram realizadas uma vez por semana, de acordo com a descrição dos estádios de desenvolvimento das gemas (Childers; Lyrene, 2006) (Figura 1), considerando o início da floração quando as plantas apresentavam mais de 5% das flores abertas, a plena floração quando verificado 50% das flores abertas e o fim da floração quando havia 90% das flores abertas; e o início da brotação, quando as gemas atingiram o estágio de ponta verde. Em relação as avaliações de maturação dos frutos, quando atingiram estágio de maturação completa, os frutos foram colhidos a cada sete dias, conforme recomendação de Cline e Mainland (2002).

Figura 1 – Fases fenológicas do mirtilheiro. Início da brotação (1), início da floração (2), plena floração (3), final da floração (4) e início da colheita (5). Escala adaptada de Childers e Lyrene (2006)



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Foram monitoradas as condições micrometeorológicas através de uma estação meteorológica automática, na qual todos os instrumentos foram ligados a um sistema de aquisição de dados *datalogger* modelo CR1000 (Campbell Scientific®), programado para registrar, de forma independente, cada leitura. As medidas foram realizadas a cada segundo, armazenando o valor médio a cada 30 minutos. O *datalogger* funciona a partir de energia oriunda de bateria recarregada por meio de um painel solar.

Para medição das temperaturas mínima ( $T_{mín}$ ) e máxima ( $T_{máx}$ ) do ar, foi instalado ao nível do dossel da cultura um termômetro de bulbo seco (Campbell Scientific, T107). A chuva foi registrada por meio de um pluviômetro (Texas Instruments, 525MM), instalado a 0,60 m acima do dossel da cultura.

A partir da coleta de dados de temperatura mínima e máxima dentro do pomar, durante o período do experimento, foi calculado o acúmulo térmico diário, sendo determinado através do método de graus-dias, realizado através da equação 1.

$$GD = \frac{T_{m\acute{a}x} + T_{m\acute{i}n}}{2} - T_b \quad (1)$$

Onde:

GD é Graus-dia;

T<sub>máx</sub> é a temperatura máxima do ar no dia;

T<sub>mín</sub> é temperatura mínima do ar no dia;

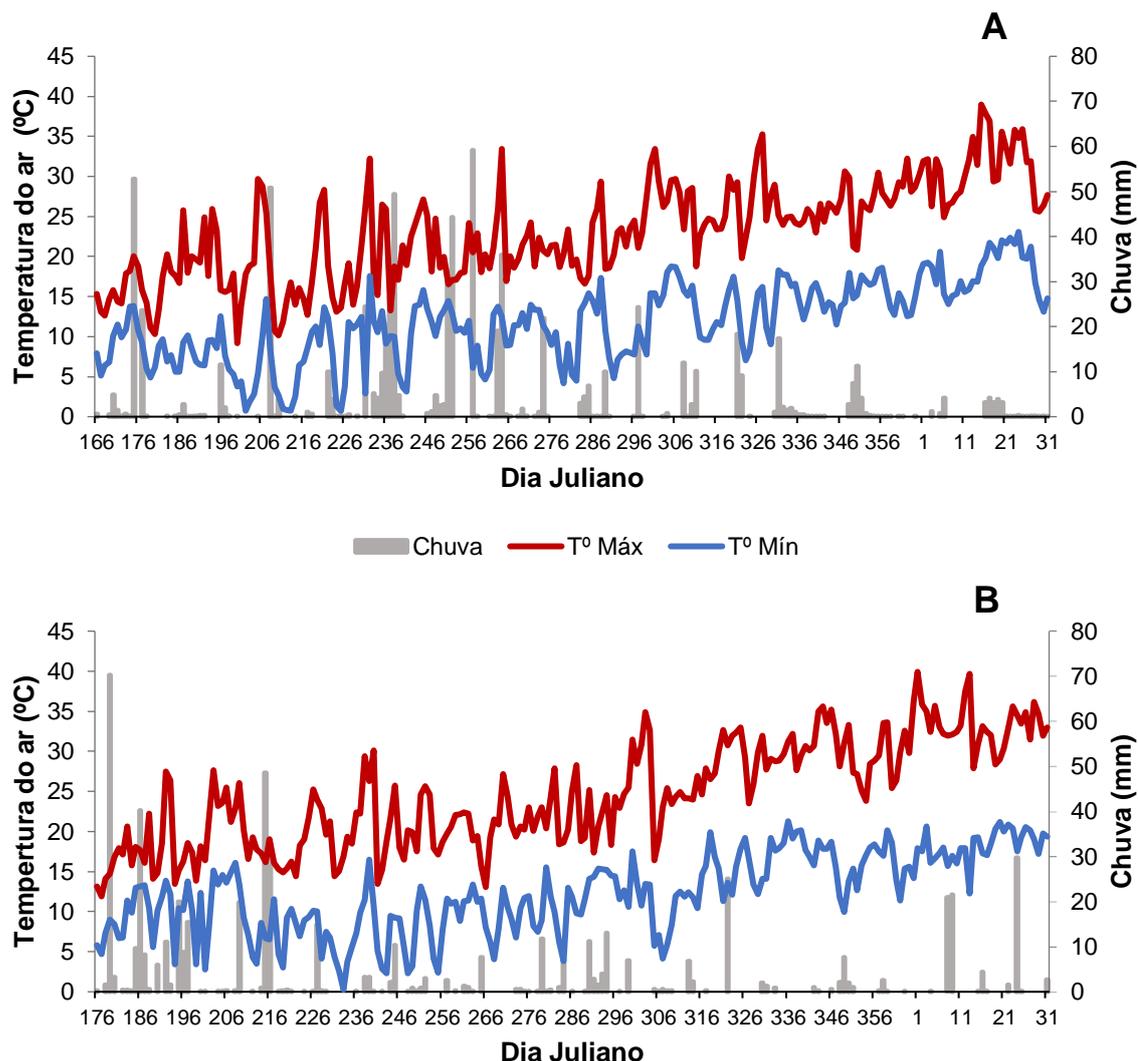
T<sub>b</sub> é a temperatura base da cultura, no caso 7,0 °C, considerada, para todo o ciclo (Nesmith; Bridges, 1992).

### **4.3 Resultados e Discussão**

Os valores diários de temperatura do ar (mínima e máxima) e a chuva, a datar da primeira época de poda até o final da colheita estão apresentados na Figura 2. Em relação ao ano agrícola 2021/2022, observou-se que a temperatura máxima (T<sup>o</sup>máx) oscilou entre 9,18 e 38,9 °C. Já a temperatura mínima (T<sup>o</sup>mín) variou entre 0,7 e 22 °C. No que se refere a chuva acumulada, observou-se 729 mm, com um evento diário máximo de 59 mm.

Para o segundo ano agrícola 2022/2022, a temperatura máxima foi compreendida entre 11,9 e 39,9 °C (Figura 2), enquanto, a temperatura mínima oscilou entre 0,2 e 21,2 °C. Quanto aos valores de chuva acumulada, foi observado 552 mm, com um evento diário máximo de 70 mm.

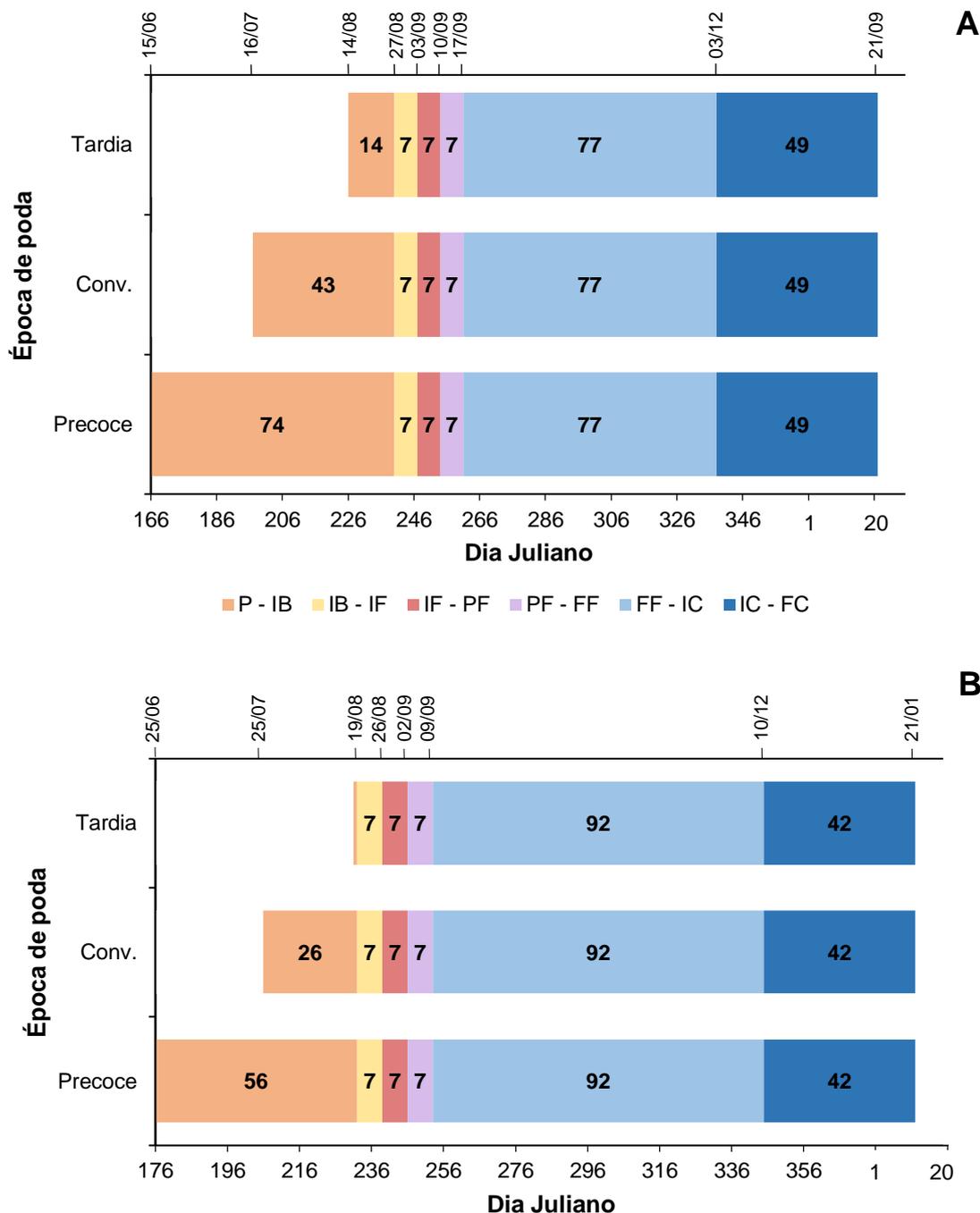
Figura 2 - Temperatura máxima ( $T^{\circ}\text{máx}$ ), mínima ( $T^{\circ}\text{mín}$ ) e chuva (mm) para o período da safra de 2021/2022 (A) e 2022/2023 (B).



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Na Figura 3, estão apresentadas as quantidades de dias transcorridos entre os diferentes estádios fenológicos de mirtilheiros 'Delite' sob diferentes manejos de poda de verão e épocas de poda de inverno, durante as safras de 2021/2022 e 2022/2023.

Figura 3 - Duração em dias, dos estádios fenológicos de mirtilheiro 'Delite', para a safra 2021/2022 (A) e safra 2022/2023 (B) sob diferentes épocas de poda inverno (precoce, convencional e tardia). P: poda; IB: início da brotação; IF: início da floração; PF: Plena floração; FF- fim da floração; IC – Início da colheita; FC – Final da colheita



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Por meio da avaliação fenológica nas duas safras, foi possível observar que de maneira geral, a realização dos manejos de poda de verão não influenciou na duração das fases fenológicas. Estes resultados diferem dos encontrados por Bañado *et al.* (2009), que ao analisar os efeitos da poda de verão de mirtilheiros 'Elliott', 'O'Neal' e

'Star' no Chile, observou que a poda de verão atrasou a data de colheita dos frutos em virtude do atraso no desenvolvimento dos botões florais.

Além disso, foi possível observar que para as diferentes épocas de poda de inverno, somente o subperíodo entre a poda e o início da brotação apresentou diferença entre os dias transcorridos (Figura 3). Para os demais subperíodos, o número de dias foi o mesmo, independentemente do tratamento. Dessa forma, o produtor pode antecipar ou retardar a poda de inverno, conforme a sua necessidade, sem interferir na época de colheita (Tabela 1).

A realização da poda de inverno em três épocas distintas resultou em uma modificação no ciclo da cultura (Figura 3), em que foi possível observar uma variação na duração de dias nas duas safras avaliadas, sendo o período decorrido entre a poda e a colheita de 221, 190 e 161 dias em 2021/2022 e de 211, 181 e 156 dias em 2022/2023, para as épocas de poda de inverno precoce, convencional e tardia, respectivamente.

Em experimento realizado no mesmo município em que foi feito este trabalho, Radünz (2014) verificou ciclo médio de 176, 177 e 184 dias da poda até a colheita na safra de 2012/2013 para as cultivares de mirtilheiro Clímax, Bluegem e Powderblue, respectivamente.

De acordo com Antunes *et al.* (2008), as variações nos padrões fenológicos são consequências, tanto das características genéticas de cada cultivar, como de fatores meteorológicos, como temperatura e fotoperíodo, interferindo na floração e brotação. Esse fator poderá influenciar na lucratividade do produtor, pois se a antecipação da colheita coincidir com a menor oferta e/ou maior demanda desse produto no mercado, o preço pago pelo produto pode ser maior (Ramm, 2021).

Conforme observado na Figura 3, o período compreendido entre a poda e a brotação foi um dos mais afetados pela época de poda, acarretando redução deste subperíodo à medida que ocorreu o atraso da poda. A duração média até a ocorrência da brotação foi de 14, 43 e 74 dias na primeira safra e 1, 26 e 56 dias na segunda safra para as podas realizadas em junho, julho e agosto, respectivamente.

Com relação ao subperíodo da brotação até o início da floração, a duração foi de sete dias, independentemente da época de poda de inverno realizada, em ambas as safras (Figura 3). Além disso, foi observado o início da brotação na segunda quinzena do mês de agosto, corroborando os resultados verificados por Bergmann *et*

*al.* (2023) em mirtilheiro 'Delite' no mesmo pomar do experimento, durante a safra 2020/2021.

A previsão da data de abrolhamento, ou seja, o período de brotação, é uma ação importante para a realização das atividades culturais agrícolas, em que a temperatura do ar é reconhecida como o principal fator determinante (Santos, 2015).

No que se refere ao início da floração (Figura 3), durante a primeira safra (2021/2022) o início do florescimento foi observado na primeira quinzena do mês de setembro. Já na segunda safra (2022/2023), foi observado na segunda quinzena de agosto. O período total de floração de ambas as safras foi de 21 dias, independentemente dos tratamentos testados.

Do início da floração até a plena floração observou-se duração de 7 dias em ambas as safras e em todos os tratamentos testados (Figura 3). Entretanto, verificou-se que a plena floração da primeira safra (2021/2022) ocorreu sete dias mais tarde em relação a segunda safra (2022/2023). De acordo com Trehane (2004), a época da poda pode afetar a época de floração na primavera seguinte.

Antunes *et al.* (2008) avaliando a fenologia de mirtilheiro 'Delite' na região de Pelotas/RS, verificou o início da floração nos dias 25, 20 e 10 de agosto nas safras de 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006, respectivamente. Já em estudo realizado por Oliveira (2011) com a mesma cultivar, na região de Bom Retiro/SC, o início da floração ocorreu na segunda quinzena de agosto, com duração de 25 dias, durante a safra 2011/2012. Assim como Medeiros *et al.* (2017), constatou que esta cultivar em Cerro Azul/PR apresentou um período de floração com 21, 40 e 36 dias para as safras de 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015, respectivamente.

O subperíodo com maior tempo de duração foi o do final da floração ao início da colheita (Figura 3), onde foram contabilizados 77 e 92 dias na primeira safra (2021/2022) e na segunda safra (2022/2023), respectivamente. Estes resultados diferiram dos obtidos por Mainland (2000), em que o número de dias entre a floração e a data de colheita foi entre 52 e 62 dias.

A duração do período de floração vai depender da cultivar, da temperatura do ar (Fonseca; Oliveira, 2007), do ano e local (Smolarz, 2006; Hummer *et al.*, 2007), assim como das práticas de manejo adotadas no pomar (Radünz, 2014). Este período é muito importante em frutíferas por estar associado à época de maturação dos frutos (Kluge *et al.*, 2002). Assim, é possível planejar com antecedência as atividades do

pomar (Fischer, 2013), otimizando os fatores de produção e contornando os problemas de incompatibilidade polínica (Santos, 2015).

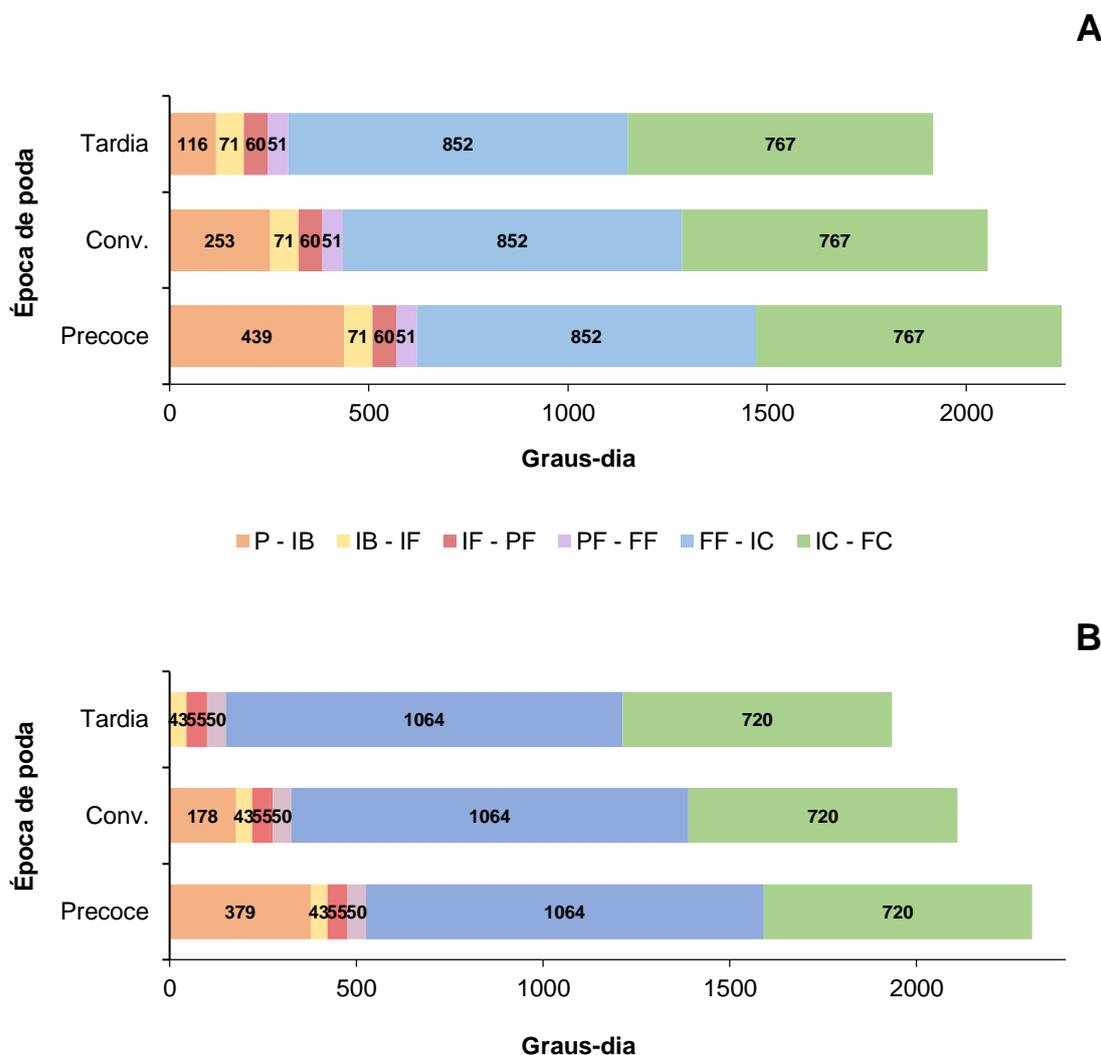
Quanto ao início da colheita, ocorreu nos dias 03 e 10 de dezembro (337 e 344 dias julianos) para a primeira (2021/2022) e segunda safra (2022/2023), respectivamente (Figura 3). Desta forma, observa-se que a segunda safra (2022/2023) apresentou colheita mais tardia, com sete dias de diferença. Para Fonseca e Oliveira (2007), a maturação completa dos frutos acontece, normalmente, cerca de dois a três meses após a floração, esse período vai depender da cultivar, da temperatura e do vigor da planta.

O período de colheita (IC – FC), foi de 49 e 42 dias para a primeira e segunda safra, respectivamente (Figura 3). Antunes *et al.* (2008), estudando a fenologia de mirtilheiro ‘Delite’ na região de Pelotas/RS, obteve períodos de colheita de 21, 23 e 48 dias, nas safras de 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006, respectivamente. Já Medeiros *et al.* (2018) constatou período de colheita de 36, 44 e 42 dias para mirtilheiro ‘Delite’ na região de Cerro Azul/RS, durante as safras de 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015, respectivamente.

Conforme Mainland (2000), a previsão da data de colheita é uma referência muito importante para os produtores de mirtilheiros, inclusive, saber a data de início da colheita com duas a três semanas de antecedência poderá ser uma vantagem para a coordenação entre os procedimentos necessários no marketing de grandes volumes.

Quanto a demanda térmica da cultura para completar o ciclo produtivo (Figura 4), verificou-se necessidades de 2238, 2052 e 1917 GD na safra 2021/2022 e 2311, 2110 e 1934 GD na safra 2022/2023, para as épocas de poda de inverno precoce, convencional e tardia, respectivamente. Em ambas as safras não houve diferença entre o acúmulo térmico para o tratamento com ou sem poda de verão.

Figura 4 - Acúmulo térmico para estádios fenológicos de mirtilheiro 'Delite', para a safra 2021/2022 (A) e safra 2022/2023 (B) sob diferentes épocas de poda inverno (precoce, convencional e tardia). P: poda; B: início da brotação; IF: início da floração; PF: Plena floração; FF- fim da floração; IC – Início da colheita; FC – Final da colheita



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Apesar do maior ciclo da cultura da poda até a colheita verificado na safra 2021/2022 (Figura 3), a demanda térmica foi menor (Figura 4). Este fato pode estar atrelado as diferenças meteorológicas entre outras safras, principalmente no que se refere as temperaturas mínimas e máximas (Figura 2), que influencia diretamente no acúmulo de graus-dia.

Radünz (2014) verificou necessidades térmicas médias de 1911, 1927,4 e 2026,5 GD, respectivamente para as cultivares Clímax, Bluegem e Powderblue, na região de Pelotas/RS, utilizando temperatura base da cultura de 7,0°C para todo o ciclo.

De acordo com Carlson e Hancock (1991), uma ferramenta de apoio para a estimativa da fenologia é o somatório das unidades de calor em graus dias (GD), que se inicia após o período de dormência. Também auxilia para prever estratégias de polinização e práticas de manejo adaptadas, dependendo da duração projetada da floração, além da data de início da colheita, o aproveitamento da janela ótima de comercialização (Nesmith, 2008).

O acúmulo térmico da poda até o início da brotação foi de 437, 251 e 116 GD e de 379, 178 e 2 GD, para as safras 2021/2022 e 2022/2023, durante as épocas de poda de inverno precoce, convencional e tardia, respectivamente (Figura 4). A menor necessidade térmica obtida para a poda realizada em agosto deve-se à redução do intervalo entre a poda e o início da colheita, sendo suficiente para diminuir a soma térmica acumulada quando comparada ao mês de junho.

Durante o período da brotação, Radünz (2014), estudando diferentes épocas de poda para mirtilheiro, observou 218,1 e 179,1 GD para a cultivar Bluegem, quando realizada poda de inverno em julho e agosto, respectivamente.

Quanto ao subperíodo do início da brotação ao início da floração (IB – IF) (Figura 4), verificou-se acúmulo térmico de 71 e 43 GD, para a primeira e segunda safra, respectivamente, independentemente do tratamento. Apesar deste subperíodo possuir duração de sete dias em ambas as safras, nota-se diferença de 28 GD. Este resultado pode estar relacionado a temperatura média do ar durante a ocorrência deste subperíodo, que foi de 2,26°C mais alta no ano de 2021 em relação ao ano de 2022.

Observou-se também que do início da floração até a plena floração (IF – PF), a demanda foi de 60 e 55 GD, para a primeira e segunda safra, respectivamente, em todos os tratamentos testados (Figura 4). Já do subperíodo da plena floração até o final da floração (PF – FF), o acúmulo térmico foi de 51 e 50 GD, para primeira e segunda safra, respectivamente, independentemente do tratamento (Figura 4).

Portanto, observa-se que para todo o período de floração a necessidade térmica foi de 111 GD para a safra de 2021/2022 e de 105 GD para a safra de 2022/2023 (Figura 4). Oliveira (2011) verificou acúmulo térmico para a cultivar Delite em Bom Retiro/SC de 167 GD nos subperíodos de início até o final da floração, respectivamente. Já Kirk e Isaacs (2012) observaram que o pico de floração de

mirtilheiros 'Duke', 'Bluecrop', 'Jersey', 'Elliott' e 'Liberty' ocorreu com 291 GD de soma térmica em condições de campo no Michigan (EUA).

A maior necessidade térmica verificada foi entre o subperíodo final da floração até o início da colheita (FF – IC), que nas safras 2021/2022 e 2022/2023 foram de 852 e 1064 GD, respectivamente (Figura 4), independentemente dos tratamentos testados. Avaliando os dados de fenologia (Figura 3), verifica-se que o referido subperíodo também apresentou o maior tempo de duração, com 15 dias de diferença entre os ciclos e temperatura de 0,6°C superior (Figura 2).

Os resultados encontrados no presente estudo corroboram os observados por Radünz (2014) em plantas da cultivar Powderblue, em que a fase fenológica de maior necessidade térmica foi a de desenvolvimento do fruto, sendo de 976,2 e 925,5 GD, nas épocas de poda de julho e agosto, respectivamente.

O período total de desenvolvimento do fruto, é variável conforme a cultivar, mas também é altamente influenciado pela acumulação de graus de temperatura (Fonseca; Oliveira, 2007). Portanto, existe um intervalo ótimo de temperatura do ar entre o qual o desenvolvimento fenológico se desenrola na máxima velocidade. Se a temperatura não for apropriada (mais baixa ou mais elevada) a evolução fenológica torna-se mais lenta (Santos, 2015).

No que se refere ao subperíodo do início até o final da colheita (IC – FC) (Figura 4), observou-se acúmulo térmico de 767 e 720 GD para as safras 2021/2022 e 2022/2023, respectivamente, independente do tratamento.

Radünz (2014) estudando diferentes épocas de poda para mirtilheiro observou que a fase de maturação do fruto corresponde a 40,9% dos graus-dia acumulado e 29,8% dos dias necessários para completar o ciclo. Portanto, conforme o autor, o acúmulo térmico em graus-dia é uma importante ferramenta para estimar a data de colheita e os tratos culturais a serem realizados na cultura.

#### **4.4 Conclusões**

A fenologia de mirtilheiro 'Delite' não foi influenciada pela poda de verão, sendo dispensável nas condições em que foi desenvolvido o experimento.

As diferentes épocas de poda de inverno alteraram o ciclo da cultura e a necessidade térmica, porém, não houve interferência na época de colheita, evidenciando que o produtor tem um maior período para efetuar a poda.

## 5. Capítulo III: Produção e qualidade dos frutos de mirtilheiro ‘Delite’ sob diferentes épocas de poda

### 5.1 Introdução

A região Sul do Brasil possui grande potencial para a produção de pequenas frutas, incluindo o mirtilo (*Vaccinium* spp.) (Schuch; Tomaz, 2019), que é considerado um dos cinco principais alimentos saudáveis e tem sido reconhecido mundialmente como uma “superfruta” valiosa pelo seu sabor atraente e conteúdo diversificado de compostos bioativos promotores da saúde (Duan *et al.*, 2022).

Os benefícios relacionados à saúde associados ao consumo destes frutos aumentaram bastante sua produção (Yang *et al.*, 2022), tanto em áreas tradicionais, como em novas áreas de crescimento em todo o mundo, sendo possível por meio da implantação de cultivares adaptadas e do aperfeiçoamento de técnicas de manejo e cultivo (Fang *et al.*, 2020).

Entretanto, para a produção de frutas de qualidade nas regiões de clima temperado no Brasil, são necessários entre outros aspectos, estudos do manejo para adaptá-las às condições de inverno ameno e com oscilação de temperaturas, muito frequentes nas principais regiões produtoras (Fachinello *et al.*, 2011).

A prática de poda em mirtilheiros, frequentemente, é realizada nos pomares e acaba sendo desenvolvida pelos produtores de forma a atingir seus objetivos, como produção e melhor qualidade dos frutos (Williams; Davies; Lyrene, 2004). Além disso, é utilizada para estabelecer novas plantações, promover o crescimento de nova folhagem e ramos frutíferos após a colheita dos frutos, manter o equilíbrio vegetativo e reprodutivo, reduzir doenças e insetos, auxiliar na eficiência da colheita e fornecer longevidade as plantas (Phillips; Williamson, 2020). A poda é diferenciada pela finalidade e época em que é realizada, classificada em verde (de verão) ou seca (de inverno ou de frutificação) (Rodrigues *et al.*, 2009).

A época de poda provoca diferentes respostas nas plantas, devido as alterações nas condições microclimáticas que as plantas estarão expostas durante seu período reprodutivo, há possibilidade de influência na maturação dos frutos, que poderá acontecer em condições meteorológicas distintas ao longo da safra (Pescie *et al.*, 2011). A poda pode promover a antecipação e ampliação do intervalo de colheita, abastecendo o mercado nos períodos de entressafra, podendo também auxiliar no

escalonamento das áreas de cultivo, dinamizando a mão-de-obra e melhorando o rendimento financeiro dos agricultores (Santos, 2018).

No Brasil, o manejo da poda das plantas de mirtilo é, muitas vezes, baseado em experiências desenvolvidas em outros países com condições edafoclimáticas distintas. Portanto, estabelecê-la é importante para a melhor compreensão da relação entre as variáveis ambientais e o desenvolvimento da cultura, a fim de buscar estratégias para se obter maior produtividade e melhor qualidade (Radünz, 2014). Diante do exposto, objetivou-se avaliar a produção e qualidade dos frutos de mirtilheiro 'Delite' sob diferentes épocas de poda.

## 5.2 Material e Métodos

O estudo foi realizado em um pomar comercial, no município de Pelotas, RS, (31°33'S, 52°23'O; 110 m de altitude), durante os anos agrícolas de 2021/2022 e 2022/2023, em plantas de mirtilheiro 'Delite', pertencente ao grupo rabbiteye, o qual compõe as principais cultivares no Brasil, com 18 anos de idade.

O pomar foi conduzido em espaçamento de 1,5 x 3 m, totalizando 2.222 plantas ha<sup>-1</sup>. O clima da região é do tipo "Cfa" - temperado úmido com verões quentes, conforme a classificação de Köppen. O solo foi classificado como do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo (Santos *et al.*, 2013). O pH da área experimental foi de 4,5, segundo análise de solo realizada, não necessitando de correção, devido a cultura necessitar de solos ácidos para produzir com regularidade (Pasa *et al.*, 2014).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x3, sendo os fatores: poda de verão (com poda de verão x sem poda de verão) e épocas de poda de inverno (precoce x convencional x tardia), com quatro repetições e uma planta por repetição.

No que se refere as podas, a de verão foi realizada após o fim da colheita, no mês de fevereiro e a poda de inverno foi realizada em diferentes épocas, sendo a poda precoce realizada na primeira quinzena de junho, a poda convencional na primeira quinzena de julho e a poda tardia na primeira quinzena de agosto.

Quanto ao manejo das plantas daninhas, foi realizado com roçadeira agrícola nas entrelinhas e cobertura morta a base de acícula de pinus nas linhas, além de capinas manuais próximo as hastes das plantas, quando necessário. No final da segunda quinzena de junho, durante o período de repouso das plantas, foi realizada

aplicação de calda sulfocálcica a 2% de concentração; não foi necessária a aplicação de qualquer outro defensivo agrícola durante o experimento.

Em relação à cobertura de solo, foi mantida uma camada de acículas de pinus com espessura de aproximadamente 10 cm, cobrindo uma faixa de aproximadamente 1,0 m de largura ao longo das linhas de cultivo, sendo complementada sempre que necessário. A adubação foi realizada com base nas análises de solo e foliar, seguindo a recomendação do Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS - RS/SC, 2016), tendo sido a mesma para todos os tratamentos.

Quando os frutos atingiram o estágio de maturação completa, sendo determinada através de análise visual, quando a epiderme atingiu coloração totalmente azul escura, eles foram colhidos em bandejas plásticas, sendo acondicionados em caixas térmicas e encaminhados até o laboratório para realização das avaliações físico-químicas.

As análises químicas foram realizadas em triplicata, sendo elas: Teor de sólidos solúveis (SS), pH e acidez titulável (AT). Os SS foram determinados utilizando-se refratômetro digital, com o resultado expresso em °Brix; o pH foi determinado com o auxílio do peagâmetro digital; e a acidez titulável (AT), determinada pelo método de titulometria. Para esta análise utilizou-se 10 mL da amostra diluída em 90 mL de água destilada e a titulação foi feita com solução de NaOH 0,1 N, com auxílio de peagâmetro até atingir pH 8,2, e os resultados foram expressos em porcentagem de ácido cítrico (Instituto Adolfo Lutz, 1985).

Quanto às características físicas dos frutos, foram avaliados: número de frutos por planta, peso médio dos frutos (g), diâmetro (mm), comprimento (mm), produção por planta (kg), produtividade (kg ha<sup>-1</sup>) e cor.

Para realização das análises de sólidos solúveis, pH, acidez titulável, peso médio dos frutos, diâmetro, comprimento e cor, foram coletados 50 frutos ao acaso.

Para determinação da produção por planta e peso médio dos frutos, foi utilizada uma balança Luxor® LX – 208W. O diâmetro do fruto foi determinado com auxílio de paquímetro digital Starrett®. A produtividade foi determinada por meio da multiplicação da produção por planta (kg) pelo número de plantas por hectare (2.222).

A análise colorimétrica foi realizada com auxílio de um colorímetro Konica Minolta® CR 400, utilizando o espaço de cor L\*a\*b\*, também conhecido como espaço

de cor CIELAB, onde a coordenada L\* indica a luminosidade, a coordenada a\* indica vermelho/verde (-a é verde/ + a é vermelho) e a b\* é a coordenada amarelo/azul (-b é azul/ +b é amarelo). Os valores de Hue (ângulo h°) e Croma (pureza da cor), foram obtidos pela fórmula  $h^{\circ} = \tan^{-1} b^*/a^*$  e  $[(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}]$ , respectivamente (Minolta, 2007).

Os dados foram submetidos à análise de variância e a significância determinada pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ). Constatando-se significância estatística, as diferentes podas de verão foram comparadas pelo teste t ( $p \leq 0,05$ ) e as de inverno pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

### 5.3 Resultados e Discussão

A caracterização química de mirtilheiro ‘Delite’ sob diferentes épocas de poda está representada na Tabela 1. No que se refere ao pH, não houve diferença entre os tratamentos nas duas safras. Sendo este, um parâmetro importante, em virtude de estar relacionado com a preservação e qualidade dos alimentos, apresentando uma relação direta com a acidez (Schiavon *et al.*, 2021).

Tabela 1 - Dados referentes a pH, teor de sólidos solúveis totais SS (°Brix) e acidez titulável AT (% ácido cítrico) de frutos dos mirtilheiros ‘Delite’ sob diferentes épocas de poda nas safras 2021/2022 e 2022/2023.

Tratamento	pH		SS (°brix)		AT	
	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
Poda verão						
Época de poda inverno						
Safrá 2021/2022						
Precoce	2,80 <sup>NS</sup>	2,72 <sup>NS</sup>	14,55 <sup>NS</sup>	13,00 b <sup>1</sup>	0,59 <sup>NS</sup>	0,54 <sup>NS</sup>
Convencional	2,72	2,76	13,80	13,24 b	0,40	0,36
Tardia	2,75	2,79	14,70	15,50 a	0,42	0,55
Safrá 2022/2023						
Precoce	2,58 <sup>NS</sup>	2,67 <sup>NS</sup>	16,20 <sup>NS</sup>	17,83 <sup>NS</sup>	0,84aA	0,54aB
Convencional	2,54	2,58	18,70	18,00	0,60bA	0,61aA
Tardia	2,53	2,57	15,43	17,12	0,55bA	0,57aA

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>: não significativo pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ) da análise de variância. Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Quanto aos sólidos solúveis (Tabela 1), não foi observada diferença significativa no que se refere ao manejo de poda de verão nas duas safras. Entretanto, ao comparar as épocas de poda de inverno houve influência somente na primeira safra, onde o maior teor foi verificado na época de poda de inverno tardia e sem a poda de verão, diferindo dos demais tratamentos.

Radünz (2014), comparando diferentes épocas de poda de inverno em mirtilheiros 'Clímax' (17,3 °Brix) e 'Bluegem' (16,7 °Brix), observou maior teor de SS quando podadas tardiamente. Já em trabalho realizado por Pasa *et al.* (2014) em mirtilheiro 'Delite' na região de Pelotas, RS, observou-se teor de sólidos solúveis de 13,8 °Brix.

As variações nos teores dos compostos químicos podem ocorrer conforme o local onde as plantas são cultivadas, em razão das diferenças na intensidade de radiação solar e na amplitude térmica, que influenciam as características organolépticas dos frutos (Souza *et al.*, 2014).

Para a variável a acidez titulável, não houve diferença estatística entre os tratamentos na primeira safra (Tabela 1). Já na segunda safra, verificou-se que quando comparados as épocas de poda de inverno em relação a poda de verão, a maior média foi obtida no tratamento em que a época de poda de inverno foi realizada precocemente e com a realização da poda de verão, diferindo estatisticamente das épocas de poda convencional e tardia.

Em relação aos tratamentos com ou sem a poda de verão, observou-se a maior acidez com a poda de verão e época de poda de inverno precoce, diferindo estatisticamente do tratamento sem a poda de verão (Tabela 1).

Os resultados corroboram com os encontrados por Radünz (2014) em mirtilheiro 'Clímax', onde observou a maior acidez (0,78% de ácido cítrico) nos frutos em que as plantas foram podadas precocemente no inverno na região de Pelotas, RS.

A avaliação da acidez se torna importante para a industrialização em virtude de conferir a maior dificuldade de deterioração por microrganismos e permite maior flexibilidade na adição de açúcar aos produtos (Morgado *et al.*, 2010). De acordo com Figueiredo (2000), o aumento do SS e a redução do AT resulta em aumento na razão SS/AT, a qual está associada à aceitação dos frutos pelo consumidor e é altamente influenciado pelo genótipo.

Inclusive, conforme os parâmetros de qualidade estabelecidos por Beaudry (1992) para mirtilo, as características químicas encontradas no presente estudo estão situadas dentro da faixa considerada ideal, com pH entre 2,25 e 4,25, sólidos solúveis totais superiores a 10%, acidez entre 0,3 e 1,3%.

Quanto ao número de frutos por planta (Tabela 2), não houve diferença estatística entre os tratamentos na primeira safra. No segundo ano, foi observado

diferença estatística somente para o manejo de poda de verão, onde o tratamento sem a poda de verão realizado de maneira convencional e tardia no inverno obteve-se os maiores números de frutos por planta, diferindo do tratamento onde houve a realização da poda de verão e poda convencional tardia de inverno (Tabela 2).

Tabela 2 – Número de frutos por planta e peso médio dos frutos (g) de mirtilheiro ‘Delite’ sob diferentes épocas de poda nas safras 2021/2022 e 2022/2023, respectivamente

Tratamento	Número de frutos por planta		Peso médio dos frutos (g)	
	Com	Sem	Com	Sem
Época de poda inverno		Safr 2021/2022		
Precoce	4460,75 <sup>NS</sup>	4852,00 <sup>NS</sup>	1,50 <sup>NS</sup>	1,57 a <sup>1/</sup>
Convencional	2886,25	4083,25	1,49	1,38 b
Tardia	4447,00	4826,50	1,63	1,49 ab
		Safr 2022/2023		
Precoce	5305,11 A	6549,19 A	0,87 a	0,87 a
Convencional	4438,78 B	8861,67 A	0,75 b	0,71 b
Tardia	5058,56 B	9068,11 A	0,77 ab	0,71 b

<sup>1/</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>: não significativo pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ) da análise de variância. Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Os resultados observados quanto ao número de frutos por planta, pode estar associado às características da própria cultivar, como vigor, adaptação das mesmas às variações meteorológicas do local (Ramm, 2021), idade da planta (Serrado *et al.*, 2008), entre outros fatores.

Em relação ao peso médio dos frutos (Tabela 2), na primeira safra houve diferença significativa no tratamento com a realização da poda de verão e o manejo de poda de inverno realizado de forma precoce, obtendo-se a maior média, diferindo estatisticamente do tratamento convencional.

Tais resultados são superiores aos encontrados por Pereira *et al.* (2013), onde observaram massa média de 1,2 g para a cultivar Delite na região de Pelotas, RS. Entretanto, em estudo realizado por Kang *et al.* (2018), observou-se o aumento no peso médio dos frutos quando realizou poda de inverno e verão para mirtilheiro ‘Misty’.

De acordo com Ramm (2021), os frutos maiores e mais pesados possibilitam maior retorno ao produtor; contudo, tanto a massa quanto o diâmetro podem interferir na comercialização do fruto e/ou na aceitação dos mesmos no mercado.

Quanto a segunda safra, quando realizada a poda de verão (Tabela 2), o tratamento que obteve o maior peso médio dos frutos foi a época de poda de inverno precoce, porém não diferindo da tardia. Já no tratamento onde não foi realizada a

poda de verão, é possível observar que a maior média foi obtida no tratamento cuja época de poda foi realizada precocemente, diferindo dos demais tratamentos.

Além destes aspectos, foi possível observar a queda de peso dos frutos na segunda safra, ocasionando uma redução na qualidade das frutas e, conseqüentemente, o valor comercial. Este fato pode estar relacionado a forte restrição hídrica que ocorreu durante o período do experimento, uma vez que o pomar não é irrigado. Inclusive, nos anos de 2021 e 2022, houve distribuição irregular e baixos volumes de precipitação, acompanhadas de uma série de dias de altas temperaturas (ondas de calor), resultantes do efeito da La Niña para o estado do Rio Grande do Sul, o que afetou também todo o cone sul da América do Sul (Ferreira *et al.*, 2023).

Os dados referentes ao diâmetro, comprimento, produção por planta e produtividade estimada dos frutos de mirtilheiro 'Delite', estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Diâmetro (mm), comprimento (mm), produção por planta (Kg) e produtividade estimada (kg ha<sup>-1</sup>) de frutos de mirtilheiro 'Delite' sob diferentes épocas de poda nas safras 2021/2022 e 2022/2023, respectivamente

Tratamento	Diâmetro (mm)		Comprimento (mm)		Produção por planta (Kg)		Produtividade estimada (kg ha <sup>-1</sup> )	
	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
Época de poda inverno	Safr 2021/2022							
Precoce	15,22 <sup>NS</sup>	13,30 <sup>NS</sup>	13,10 A	11,22 B	6,51 <sup>NS</sup>	7,30 <sup>NS</sup>	14465,22	16220,6
Convencional	14,92	14,30	12,42 A	12,47 A	4,38	7,23	9732,36	16065,06
Tardia	14,32	14,07	12,37 A	11,60 A	6,60	6,11	14665,20	13576,42
	Safr 2022/2023							
Precoce	5,32A	5,42A	4,97 <sup>NS</sup>	5,55 <sup>NS</sup>	4,62A	5,61A	10265,64A	12465,42A
Convencional	4,52B	6,22A	4,47	5,20	3,34B	6,30A	7421,48B	13998,6A
Tardia	5,12A	5,47A	4,35	4,95	3,87B	6,38A	8599,14B	14176,36A

<sup>14</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>: não significativo pelo teste F (p≤0,05) da análise de variância. Fonte: Elaborado pela autora (2024).

No que se refere ao diâmetro dos frutos (Tabela 3), não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados durante a primeira safra. Entretanto, as médias observadas são superiores aos valores encontrados por Pereira *et al.* (2013) na região de Pelotas, RS, com mirtilheiro 'Delite', que foi de 12 mm.

Na segunda safra, houve diferença significativa entre os tratamentos relacionados a poda de verão (Tabela 3). Ao comparar os manejos de poda de verão em relação à época de poda de inverno, no tratamento sem a realização da poda de verão, os frutos apresentaram o maior diâmetro, diferindo estatisticamente do

tratamento com a poda de verão e realizado de modo convencional no inverno. Este resultado difere dos encontrados por Kang *et al.* (2018), em que observou que a poda de verão em mirtilheiro 'Misty' na Coreia do Sul foi eficaz no aumento do tamanho e da quantidade dos frutos, além de suprimir a ocorrência de frutos não comercializáveis.

De maneira geral, observa-se a queda do diâmetro na segunda safra, com valores de 4,52 a 6,22, estando fora do padrão estabelecido por Childers & Lyrene (2006), cujo diâmetro padrão de mirtilheiro situa-se entre 8 e 22 mm.

Como já citado anteriormente, tal fato por pode estar relacionado as altas temperaturas, assim como, a baixa e má distribuição de chuvas que acometeram a região na fase de maturação dos frutos, observando-se temperaturas máximas de 28,7 e 31,6 °C (Figura 1) e, 52,4 e 63,5 mm de chuva, com médias semanais de 7,4 e 10,5 mm, na primeira e segunda safra, respectivamente.

Conforme Herter e Wrege (2004), durante a fase de maturação, a temperatura exerce um papel importante no período que vai entre 50 e 90 dias após a floração, em que para se obter frutos de qualidade, as melhores regiões são aquelas em que o fotoperíodo é longo e as temperaturas noturnas frescas, durante a fase de maturação.

Além disso, o mirtilheiro requer até 50 mm de água, semanalmente, durante o período de desenvolvimento das frutas (Herter; Wrege, 2004). Onde um período seco de 8 a 15 dias em plena fase de formação do fruto pode afetar de forma negativa o rendimento da plantação (Serrado *et al.*, 2008).

Inclusive, é importante destacar que as médias do número de frutos na segunda safra foi superior, conseqüentemente, diminuindo o tamanho dos frutos. Conforme Yarborough (2006), a relação entre o rendimento total e o tamanho de frutos é conhecida, ou seja, uma diminuição no tamanho dos frutos com o aumento da carga produtiva.

Quanto a variável produção por planta (Tabela 3), não houve diferença entre os tratamentos na primeira safra. Já na segunda safra (Tabela 3), a maior produção por planta foi verificada sem a realização da poda de verão e quando realizada a poda tardia no inverno, diferindo estatisticamente do tratamento com a poda de verão, onde a poda de inverno foi realizada de modo convencional e tardio.

Os índices de produção por planta nas diferentes épocas de poda observados foram diferentes dos resultados obtidos por Radünz (2014), em que observou a maior

produção de mirtilos do grupo rabbiteye quando realizou a poda de inverno no mês de julho (4.071,9 g planta<sup>-1</sup>).

A produtividade estimada partir da produção individual por planta (Tabela 3) na primeira safra, também não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Entretanto, na segunda safra houve diferença para o tratamento da poda de verão, onde as maiores médias foram obtidas sem a poda de verão, diferindo estatisticamente do tratamento com a poda de verão, quando realizada a poda de inverno convencional e tardia.

Serrado *et al.* (2008) observou que quanto mais velha a plantação, maior a produção e mais prolongado é o período de colheita. Ainda de acordo com os autores, em média, o mirtilheiro entra em produção comercial no quarto ano depois da plantação (0,5 a 1,0 t ha<sup>-1</sup>), aumentando regularmente até atingir 10 t ha<sup>-1</sup> do sétimo ao oitavo ano após o plantio.

As características colorimétricas pós-colheita de frutos de mirtilheiro ‘Delite’ sob diferentes manejos de poda, estão representadas da Tabela 4. Observa-se que para a variável índice de luminosidade (L\*), houve diferença estatística entre os manejos de poda testados na primeira safra.

Tabela 4 – Atributos de cor de frutos de mirtilheiro ‘Delite’ sob diferentes épocas de poda nas safras 2021/2022 e 2022/2023, respectivamente

Tratamento	L*		Hue°		Croma	
	Com	Sem	Com	Sem	Com	Sem
Época de poda inverno						
Safra 2021/2022						
Poda verão						
Precoce	24,03 aA	22,02 bA	278,06 <sup>NS</sup>	279,56 <sup>NS</sup>	2,97 <sup>NS</sup>	3,12 <sup>NS</sup>
Convencional	22,09 aB	28,53 aA	279,15	285,14	2,77	2,47
Tardia	22,23 aB	30,84 aA	282,51	298,40	2,90	3,11
Safra 2022/2023						
Precoce	26,94 <sup>NS</sup>	24,44 <sup>NS</sup>	276,07 <sup>NS</sup>	289,30 <sup>NS</sup>	3,36 A	2,60 A
Convencional	25,43	25,83	281,48	295,97	4,76 A	2,86 B
Tardia	24,36	24,56	296,46	289,30	5,12 A	3,00 B

<sup>14</sup>Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. <sup>NS</sup>: não significativo pelo teste F (p≤0,05) da análise de variância. L\*: Luminosidade. Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Comparando as épocas de poda de inverno com a realização da poda de verão (Tabela 4), não houve diferença entre os tratamentos na primeira safra. Entretanto, no tratamento sem a poda de verão, as maiores médias foram obtidas nos tratamentos de poda convencional e tardia, diferindo da época de poda de inverno precoce.

Analisando o manejo de poda de verão em relação as épocas de poda de inverno (Tabela 4), verifica-se que sem a poda de verão, os frutos apresentaram maior

luminosidade, independentemente da poda de inverno utilizada, diferindo estatisticamente do tratamento com a poda de verão e realização de poda de inverno convencional e tardia.

Em trabalho realizado por Medeiros *et al.* (2017), foi observada luminosidade superior ao encontrado neste estudo, variando entre 31,54 e 33,01, para mirtilheiro 'Delite' nas safras de 2013/2014 e 2014/2015, respectivamente.

A luminosidade é definida como atributo de qualidade das superfícies dos materiais responsável pelas aparências brilhantes ou lustrosas estando associado à reflexão espectral, sendo um atributo de aparência e importante para aceitação do produto (Queiroz; Treptow, 2006).

Quanto a variável  $^{\circ}$ Hue, que indica a tonalidade de cor dos frutos, não diferiu estatisticamente entre os tratamentos nas duas safras. Porém, é possível observar uma variação entre 276,07 e 298,40, indicando a coloração azulada típica do mirtilo.

Os resultados encontrados são semelhantes aos encontrados por Radünz (2014), que realizando trabalho relacionado ao efeito da posição da gema sobre os atributos de qualidade dos frutos, observou para os mirtilheiros 'Clímax', 'Bluegem' e 'Powderblue' que o ângulo  $^{\circ}$ Hue, variou entre 283,03 e 299,03.

A cor do mirtilo é influenciada pela presença de cera epicuticular, sendo conferida pela presença de antocianinas. Além disso, o autor ressalta a importância de avaliação dessa variável, visto que a cor pode caracterizar um grande potencial para produção de polpas e extratos para aplicação em alimentos, quando os frutos de mirtilheiro são destinados para indústria e não somente para o consumo *in natura* (Concenço *et al.*, 2014).

Com relação a variável croma, não houve diferença significativa na primeira safra (Tabela 4). No segundo ano de experimento, ao comparar as épocas de poda de inverno com a realização da poda de verão (Tabela 4), também não houve diferença entre os tratamentos. Entretanto, ao analisar o manejo de poda de verão em relação as épocas de poda de inverno (Tabela 4), verifica-se que com a poda de verão, os frutos apresentaram maior croma, nas épocas de poda de inverno convencional e tardia, diferindo estatisticamente do tratamento sem a poda de verão.

O Croma é a variável que representa a saturação das cores, quanto maior o valor, mais pura é a cor (Schiavon *et al.*, 2021). Portanto, os baixos valores apresentados na cromaticidade do mirtilheiro, representam cores neutras e possuem

baixa saturação, este resultado pode estar associado a presença de pruína presente no fruto.

Em síntese, verifica-se que no presente estudo, as plantas de mirtilheiro 'Delite' não podadas no verão apresentaram maior produção por planta independente da época de poda de inverno. Este resultado torna-se vantajoso, pois o fato de não se adotar esse tratamento representa um menor custo de produção, em virtude de não necessitar de mão-de-obra para a poda de verão e também o produtor possui um período maior para realização da poda de inverno, podendo realizar outras atividades na propriedade.

Inclusive, também foi observado que a época de poda de inverno precoce e tardia proporcionam um maior peso dos frutos para mirtilheiro 'Delite' e os diferentes manejos de poda não influenciam nos teores de sólidos solúveis, pH e °hue dos frutos, nas condições do experimento. Entretanto, é importante dar continuidade as avaliações, a fim de permitir a confirmação desses resultados após vários ciclos produtivos

#### **5.4 Conclusão**

As plantas de mirtilheiro 'Delite' não podadas no verão e podadas entre os meses de junho a agosto no inverno, apresentaram maior produção e qualidade dos frutos.

## 6. Considerações finais

Nas condições da região de Pelotas/RS, as plantas de mirtilheiro 'Delite' que recebem poda a partir do mês de junho a agosto, encontram disponibilidade de energia radiante suficientes para completar seu ciclo de produção. Para tanto, nas entrelinhas totalmente cobertas por vegetação espontânea, o albedo foi de 0,27 e 58% da radiação solar global diária foi disponibilizada ao ambiente como saldo de radiação.

Nos diferentes manejos de poda, a realização da poda de verão não influenciou na fenologia e necessidade térmica da cultura, sendo, portanto, se torna dispensável para esta cultivar nas condições em que foi desenvolvido o experimento. Já as diferentes épocas de poda de inverno alteraram o ciclo da cultura e a necessidade térmica, porém, não houve interferência na época de colheita. Portanto, o produtor possui um período maior para realização da poda, podendo se dedicar para outras atividades na sua propriedade e poderá colher no mesmo período de colheita, independentemente da época de poda escolhida.

No que se refere aos aspectos quantitativos e qualitativos dos frutos, a maior produção por planta foi observada nas plantas não podadas no verão, independente da época da poda de inverno. Porém, a época de poda de inverno precoce e tardia proporcionam um maior peso dos frutos e quanto aos demais manejos de poda, não influenciaram nos teores de sólidos solúveis, pH e °hue dos frutos.

É importante salientar que os resultados obtidos quanto ao balanço de radiação e fenologia, submetidos a diferentes manejos de poda (verão e inverno), são os primeiros para a espécie nas condições edafoclimáticas do Brasil, evidenciando a importância deste trabalho. Portanto, cabe ressaltar a importância da realização de estudos futuros e por maiores períodos, através de diferentes épocas de poda de verão, intensidades de poda, diferentes cultivares e uso de sistemas de irrigação.

Diante do exposto, conclui-se que os dados do presente estudo podem ser utilizados pelos produtores rurais da região, auxiliando-os na decisão da melhor época de poda, facilitando a realização dos tratamentos culturais, assim como o planejamento da colheita dos frutos e, conseqüentemente, uma melhor organização da cadeia produtiva da cultura.

## Referências

AJAPa - Associação do Jovens Agricultores de Portugal. **A Cultura do Mirtilo**. Manual Boas Práticas para Culturas Emergentes. 2017, 52p.

ALBUQUERQUE, T. G., NUNES, M. A., OLIVEIRA, M. B. P. P., & SANCHES-SILVA, A. Blueberry: A review of its health benefits and potential uses and perspectives in food industry. **Trends in Food Science & Technology**, v. 97, p. 71-83, 2020.

ANDRADE, P. F. S. **Análise da conjuntura agropecuária, safra 2016/17**. Secretaria de Agricultura e de Abastecimento. Departamento de economia rural. Paraná. 9p. 2017.

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

ANTUNES, L.E.C.; RASEIRA, M.C.B. (Ed.). **Cultivo do mirtilo** (*Vaccinium* spp.). Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 99p. (Embrapa Clima Temperado. Sistema de Produção, 8).

ARAÚJO, P. J. Manejo e conservação pós-colheita: Fisiologia e tecnologia pós-colheita do pêssego. In: **A cultura do pessegueiro**. Editado por Carlos Alberto Barbosa Medeiros e Maria do Carmo Bassols Raseira. Brasília: Embrapa-SPI; Pelotas: Embrapa-CPACT, p. 130-160, 1998.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES EXPORTADORES DE FRUTAS E DERIVADOS (ABRAFRUTAS). **Dados estatísticos**. Disponível em: <<https://abrafrutas.org/dados-estatisticos/>>. Acesso em: 28 jul. 2019.

AZEVEDO, P. V. DE; TEIXEIRA, A. H. DE C.; SILVA, B. B. DA; SOARES, J. M.; SARAIVA, F. A. M. Avaliação da reflectância e do saldo de radiação sobre um cultivo de videira europeia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5, p.1-7, 1997.

BAILEY, L. H. **Manual of Cultivated Plants**. (Macmillan, Ed.). New York, 1949.

BAÑADOS, P.; URIBE, P.; DONNAY, D. The Effect of Summer Pruning Date in 'Star', 'O'Neal' and 'Elliott'. **Acta Horticulturae**, n. 810, v. 2, p. 501-507, 2009.

BAPTISTA, M.C.; OLIVEIRA, P.B.; FONSECA, L.L.; OLIVEIRA, C.M. Early ripening of Southern highbush blueberry under mild winter conditions. **Acta Horticulturae**, v.715, p.191-196, 2006.

BEAUDRY, R. **Blueberry quality characteristics and how they can be optimized**. In Annual Report of the Michigan State Horticultural Society (122nd) (Morrice, MI, USA: Michigan State Horticultural Society), p. 140–145, 1992.

BELÚCIO, L.P.; SILVA, A.P.N.; SOUZA, L.R.; MOURA, G.B.A. Radiação solar global estimada a partir da insolação para Macapá (AP). **Revista Brasileira de Meteorologia**, Santa Maria, v.29, n.4, p.494 - 504, dez. 2014.

BERGAMASCHI, H. O clima como fator determinante da fenologia das plantas. *In*: Rego, G. M.; Negrelle, R. B.; Morellato, L. P. C. (Org.). **Fenologia: ferramenta para conservação, melhoramento e manejo de recursos vegetais arbóreos**. Colombo: Embrapa Florestas, 1, 291-310, 2007.

BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J.I. **As Plantas e o Clima: Princípios e aplicações**. Guaíba: Agrolivros, 2017. 352 p.

BERGMANN, A. R.; FISCHER, L. O.; HOLZ, Í. R.; BENATI, J. A.; OLIVEIRA, B. A. S.; FISCHER, D. L. O.; MALGARIM, M. B. Ciclo fenológico de cultivares e genótipos de mirtilheiro cultivados na região Sul do Rio Grande do Sul. **Revista Observatório De La Economía Latinoamericana**, v. 21, n. 11, p. 22679-22691, 2023.

BORGUINI, R.G. **Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) orgânico: o conteúdo nutricional e opinião do consumidor**. 2002. 110p. Tese (Mestre em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

BOUNOUS, G. **Piccoli frutti. Mirtilli, lamponi, ribes, uvaspina. Come coltivarli, raccogliarli e utilizzarli**. Edagricole. Bologna. 2009, 393 p.

BUZETA, A. Requerimientos edafoclimáticos. **Berries para el 2000**. Chile, p. 60-63, 1997.

CAMARGO, S. S.; SOUZA, A. L. K.; SCHUCH, M. W.; VIZZOTTO, M. Métodos de propagação e intensidades de poda na produção e qualidade de mirtilos cv. Bluegem. **Revista da 15ª Jornada da Pós-Graduação e Pesquisa**, Bagé, v. 15, n.15, 2018.

CAMARGO, S.S.; DE SOUZA, A.L.K.; SOMMER, L.R.; SCHUCH, M.W.; VIZZOTTO, M. Aspectos vegeto-produtivos de mirtilheiros 'Briteblue' em diferentes formas de propagação e intensidades de poda. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.15, n.3, p.237-244, 2016

CANTUARIAS-AVILÉS, T.; DA SILVA, S. R.; MEDINA, R. B.; MORAES, A. F. G.; ALBERTI, M. F. Cultivo do mirtilo. Atualizações e desempenho inicial de variedades de baixa exigência em frio no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, p. 139-147, 2014.

CANTUARIAS-AVILÉS, Tatiana. **Cultivo do mirtilheiro (*Vaccinium* sp.)**. . Piracicaba: ESALQ-Divisão de Biblioteca e Documentação. Disponível em: <<https://www.esalq.usp.br/biblioteca/file/261/download?token=Q6Jbmpih>>. Acesso em: 30 out. 2024.

CARGNELUTTI FILHO, A.; MATZENAUER, R.; TRINDADE, J. K. da. Ajustes de funções de distribuição de probabilidade à radiação solar global no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 1157-1166, 2004.

CARLSON, J., HANCOCK, J. A Methodology for Determining Suitable Heat-Unit Requirements for Harvest of Highbush Blueberry. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.116, n.5, p.774-779, 1991.

CARPENEDO, S.; RASEIRA, M. do C. B.; FRANZON, R. C. **Importância e perspectivas para a cultura do mirtilo no Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2022. 17p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 526).

CARVALHO, Duarte dos Santos de. **Poda em verde em mirtilo (*Vaccinium corymbosum* L.)**. 2020. 82f. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior Agrária do Instituto Politécnico de Beja, Beja, 2020.

CEMADEN - CENTRO NACIONAL DE MONITORAMENTO E ALERTAS DE DESASTRES NATURAIS. **La Niña 2024**. Nota técnica Nº 105/2024/SEI-CEMADEN, 2024. Disponível em: <<https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/noticias-cemaden/fenomeno-la-nina-deve-substituir-el-nino-no-segundo-semester-de-2024/NotaTcnicaN105.2024.SEI.CEMADENLaNia>>. Acesso em: 04 ago. 2024.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H.P.; MANDELLI, F.; MARODIN, G.A.B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L.S. Caracterização fenológica e requerimento térmico da cultivar Moscato giallo sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, p.119-126, 2009.

CHILDERS, N.F.; LYRENE, P.M. **Blueberries for growers, gardeners, promoters**. Florida: E. O. Painter Printing Company, 2006. 266p.

CHUINE, I.; BONHOMME, M.; LEGAVE, J. M.; GARCÍA DE CORTÁZAR-ATAURI, I.; CHARRIER, G.; LACOINTE, A.; AMÉGLIO, T. Can phenological models predict tree phenology accurately in the future? The unrevealed hurdle of endodormancy break. **Global Change Biology**, v. 22, e. 10, p.3444-3460, 2016.

CLINE, B.; MAINLAND, C. **Blueberry Production for Local Sales and Small Pick-Your-Own Operators**. NC State University. Horticulture Information Leaflets. Raleigh, 30 de nov. 2002. Disponível em: <<https://content.ces.ncsu.edu/blueberry-production-for-local-sales-and-small-pick-your-own-operators>>. Acesso em: 05 nov. 2021.

COLETTI, Roberto. **Fenologia, produção e superação da dormência do mirtilo em ambiente protegido**. 2009. 87p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2009.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – CQFS - RS/SC. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 11. ed. [s.l.] Sociedade Brasileira de Ciência do Solo - Núcleo Regional Sul, 2016, 376 p.

CONCENÇÃO, F. I. G. Da R. Caracterização e avaliação das propriedades físico-químicas da polpa, casca e extrato de mirtilo (*Vaccinium myrtillus*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 8, n. 1, p.1177-1187, 2014.

CORREIA, F. W. S.; ALVALÁ, R. C. dos S.; GIELOW, R.; MANZI, A. O.; SOUZA, A. de. Albedo do Pantanal Sul Matogrossense durante o período de transição seco-úmido de 2001 – 2002. In: Congresso Brasileiro De Meteorologia, 12, Foz do Iguaçu – PR. **Anais[...]**. Foz do Iguaçu, 2002.

COUTINHO, E. F.; FLORES-CANTILLANO, R. F. Conservação pós-colheita. In: ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. C. B. **Cultivo do mirtilo (*Vaccinium spp*)**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. p. 84-92. (Embrapa Clima Temperado. Sistemas de produção, 8).

DARNELL, R.L. Blueberry botany/environmental physiology. In: CHILDERS, N.F.; LYRENE, P.M. **Blueberries for growers, gardeners, promoters**. Florida: E.O.Painter Printing Company, 2006. p. 5-13.

DE MOURA, G. C.; PICOLOTTO, L.; VIZZOTTO, M.; ANTUNES, L. E. C. Influência da poda no teor de compostos bioativos e na produção de mirtilos cv. O'Neal. **Revista de la Facultad de Agronomía**, La Plata, V.116, n.2, p. 201-205, 2017.

DE OLIVEIRA, Í. P.; MARQUES, L. O. D.; BELARMINO, L. C.; MELLO-FARIAS. P.; CANEVER, M. D. Costs and Financial Viability of Blueberry Production in Pelotas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 60, n. 2, p. 1-11, 2022.

DOSSA, D.; FUCHS, F. **Melancia: Produção, mercado e preços na CEASA-PR**. Boletim Técnico 05. MELANCIA: outubro de 2017.

DUAN, Y.; TARAFDAR, A.; CHAURASIA, D.; SINGH, A.; BHARGAVA, P. C.; YANG, J., LI, Z.; NI, X.; TIAN, Y.; LI, H.; AWASTHI, M.K.; AWASTHI, M. K. Blueberry fruit valorization and valuable constituents: A review. **International Journal of Food Microbiology**, p.109890, 2022.

ECK, P. **Blueberry Science**. Rutgers Univ. Press, New Brunswick. 1989.

EMATER/RS-ASCAR. **Emater/RS-Ascar atualiza dados da Fruticultura no RS**. Portal Revista Cultivar, 03 dez. 2020. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/noticias/emater-rs-ascar-atualiza-dados-da-fruticultura-no-rs>. Acesso em: 18 jul. 2024.

FACHINELLO, J. C. Mirtilo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p. 285-576, 2008.

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

FANG, Y.; NUNEZ, G. H.; SILVA, M. N. DA; PHILLIPS, D. A.; MUNOZ, P. R. Uma análise dos sistemas alternativos de produção de mirtilo da Southern Highbush, **Horticultura e Floricultura**, v. 10 (10), p. 1531, 2020.

FAO. **Food and Agriculture Organization of the United Nations**. 2021. Disponível em:<<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 15 jul. 2024.

FERREIRA, R. A., DE CARVALHO, L. F. D., DE OLIVEIRA FOGAÇA, A., DE PAULA AMARAL, L., GEBLER, L.; AMADO, T. J. C. Análise da variabilidade espacial e zonas de produtividade em vinhedos, no Vale Central Gaúcho. **Nativa**, v.11, n.3, p.297-308, 2023.

FERREIRA, W. P. M. **Radiação Solar em Sete Lagoas, MG**. Sete Lagoas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 21p. (Documento 58).

FIETZ, C.R.; FISCH, G.F. Avaliação de modelos de estimativa do saldo de radiação e do método de Priestley-Taylor para a região de Dourados, MS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 4, p.449-453, 2009.

FIGUEIREDO, R.W. **Qualidade e bioquímica de parede celular durante o desenvolvimento, maturação e armazenamento de pedúnculo de caju**. 2000, 154p. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.

FINN, C.E.; HANCOCK, J. F.; OLMSTEAD, J. W.; BRAZELTON, D. M. Welcome to the party! blueberry breeding mixes private and public with traditional and molecular to create a vibrant new cocktail. **Acta Horticulture**, 1017, p. 51–62, 2014.

FISCHER, D. L. O. **Seleção de genótipos de mirtilheiro obtidos através de polinização aberta**. 2013. 97f. Tese (Doutorado em Ciências) -Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2013.

FLORÊNCIO, Mariana Trevisan. **Enraizamento in vitro de microestacas de mirtilo Highbush cv. Jewel sob diferentes espectros de luz e desempenho de aclimatização**. 2023. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) -Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, p.69, 2023.

FONSECA, L. da; OLIVEIRA, P.B. de. A planta de mirtilo: morfologia e fisiologia, **Divulgação Agro**, Lisboa, n. 556, 2007. 23 p.

FRÖLECH, Dianini Brum. **Ácido abscísico e caracterização da uva ‘Niágara Rosada’ em clima temperado**. 2022. 94f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022.

GALLETTA, G.J.; BALLINGTON, J.R. Blueberry, cranberries, and lingonberries *In*: JANICK, J.; MOORE, J.N.[Ed]. **Fruit Breeding**. New York: John Wiley & Sons, 1996. p. 1-108.

GIORDANO, D. E.; KRÜGER, E. Potencial de redução da temperatura de superfície pelo aumento do albedo nas diversas regiões brasileiras. **Paranoá**, v. 7, n. 11, p. 1-22, 2014.

GOMES, Eduardo Nardini. **Medidas e Modelos de estimativa da radiação direta na incidência**. 2006. 97f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2006.

GONZÁLEZ, C. **Alternativas del arándano** Santiago de Chile: ODEPA, 2013. 6p. Disponível em:  
<<http://www.odepa.gob.cl//odepaweb/publicaciones/doc/10015.pdf;jsessionid=4054849087EC907D1766468E44B82590>>. Acesso em: 24 jul. 2024.

HEINONEN, I.M.; MEYER, A.S.; FRANKEL, E.N. Antioxidant activity of berry phenolics on human low-density lipoprotein and liposome oxidation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 46, p. 4107-4112, 1998.

HERTER, F.G.; WREGE, M.S. A cultura do mirtilo – Fatores climáticos. In: RASEIRA, M. DO C. BA.; ANTUNES, L.E.C. (Org.). **A cultura do mirtilo**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 67p. (Documento, 121).

HERTER, F.G.; WREGE, M.S. A cultura do mirtilo (*Vaccinium* spp) – Fatores climáticos. In: ANTUNES, L.E.C.; RASEIRA, M. DO C. BA. (Org.). **A cultura do mirtilo (*Vaccinium* spp)**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 98p. (Sistema de produção, 8).

HOFFMANN, A.; SEBBEN, S. S. **1º Seminário brasileiro sobre pequenas frutas**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. 64p. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 37).

HUMMER, K.; ZEE, F.; STRAUSS, A.; KEITH, L.; NISHIJIMA, W. Evergreen production of Southern highbush blueberries in Hawaii. **Journal of the American Pomological Society**, v.61, p.188-195, 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análise dos alimentos. 3.ed., v.1. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 1985, 371 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA. **Estatísticas**, 2011. Disponível em:<[http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exporta%C3%A7%C3%A3o/Comparativo\\_da\\_s\\_Exporta%C3%A7%C3%B5es\\_Brasileiras\\_de\\_Frutas\\_frescas\\_2010-2009.pdf](http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exporta%C3%A7%C3%A3o/Comparativo_da_s_Exporta%C3%A7%C3%B5es_Brasileiras_de_Frutas_frescas_2010-2009.pdf)>. Acesso em: 24 jul. 2024.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). **Normais climatológicas do Brasil**. Disponível em:<<https://portal.inmet.gov.br/normais#>>. Acesso em: 30 de ago. 2024.

JORNAL DA FRUTA. Produtor de Cristalina tem boa produção de mirtilo. **Revista da Fruta**, 01 dez. 2022. Disponível em:<<https://www.revistadafruta.com.br/eventos/produtor-de-cristalina-tem-boa-producao-de-mirtilo,421834.jhtml>>. Acesso em: 25 de jul. 2024.

KANG, D. I.; SHIN, M. H.; LEE, S. G.; KIM, H. L.; KIM, J. G. Influence of winter and summer pruning on bush growth, yield and fruit qualities in the Southern highbush blueberry ‘Misty’. **Horticultural Science and Technology**, v.36, n.6, p. 799-809, 2018.

KARIMI, F.; IGATA, M.; BABA, T.; NOMA, S.; MIZUTA, D.; KIM, J. G.; BAN, T. Summer pruning differentiates vegetative buds to flower buds in the rabbiteye blueberry (*Vaccinium virgatum* Ait.). **The Horticulture Journal**, v.86, n.3, p. 300-304, 2017.

KIRK, A., ISAACS, R.; Predicting flower phenology and viability of Highbush blueberry. **Hortscience**, v.47 n.9, p.1291–1296. 2012.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós-colheita de frutas de clima temperado**. Livraria e Editora Rural. 2 ed. Campinas, 2002. 214p.

KOVALESKI, A.P.; DARNELL, R.L.; CASAMALI, B.; WILLIAMSON, J.G. Efeitos do momento e da intensidade da poda de verão em características reprodutivas de duas cultivares de mirtilo highbush do sul. **HortScience**, v.50, n. 10, p.1486-1491, 2015.

KRIEGER, J. M.; VIEIRA, I. S.; DA SILVA, W. D. O. A.; SOUZA, J. L.; LYRA, G. B.; LYRA, G. B. Balanço de radiação utilizando métodos de estimativa da radiação solar em cultivo de cana-de-açúcar. **Agrometeoros**, v.27, n. 1, 2020.

KUSHARI, B.; KANITPONG, K. Surface Albedo of Bangkok Roads. **Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies**, Vol.8, 2011.

LAVADINHO C.; SOUSA M. B.; MOLDÃO-MARTINS, M. **Influência da data de colheita na qualidade do mirtilo**. Atas 5º Encontro de Química de Alimentos: Qualidade, Segurança, Inovação, p. 346-348, 2001.

LEE, S. G.; CHO, J. G.; SHIN, M. H.; OH, S. B.; KIM, H. L.; KIM, J. G. Effects of summer pruning combined with winter pruning on bush growth, yields, and fruit quality of 'Misty'southern highbush blueberry for two years after planting. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v. 56, p.740-748, 2015.

LEITÃO, M. de M.V.B.R.; SANTOS, J. M. dos; OLIVEIRA, G. M. de. Estimativas do albedo em três ecossistemas da floresta amazônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, p. 256-261, 2002.

LEITE, G. B.; DE ARAÚJO, C. E. S.; DA SILVA RICCE, W.; COUTO, M. Previsão de colheita de maçãs com base na soma térmica. **Agropecuária Catarinense**, v.36, n.1, 62-66, 2023.

LEITZKE, Luciane Nolasco. **Micropropagação fotoautotrófica de amoreira-preta (*Rubus spp.*) e framboeseira (*Rubus idaeus L.*) com a utilização de luz natural**. 2007. 88f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2007.

LOBOS, W. **Seminario: El cultivo del arándano**. INIA – Estación Experimental Carillanca. Temuco, Chile. 1988, 203p.

LYRENE, P.M.; BALLINGTON, J.R. (2006). Varieties and their characteristics. *In*: Childers, N.F.; Lyrene, P.M. (2006) **Blueberries for growers, gardeners, promoters**. Gainesville: Horticultural Publications. p. 26-37

MACIEL, Leandro Rosa. **Eficiência do uso de radiação solar incidente por plantas de amora-preta submetidas a diferentes manejos de poda**. 2018. 56f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

MADAIL, J. C. M.; SANTOS, A. M. **A cultura do mirtilo**. Pelotas: Embrapa Clima temperado, 2004. p.63-68. (Documentos, 121).

MADEIRA, B. S. P. **Cultura do Mirtilo**. 1. ed. Porto: Publindústria, Edições Técnicas, 2016. 186p

MAINLAND, C. Blueberry fruit set and intervals from blossoming to ripening. **Acta Horticulturae**, n. 574, p.189–192, 2000.

MARANGON, M.; BIASI, L. A. Estaquia de mirtilo nas estações do ano com ácido indolbutírico e aquecimento do substrato. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.48, n.1, p.25-32, 2013.

MEDEIROS, J. G. S.; BIASI, L. A.; BONA, C. M. D.; CUQUEL, F. L. Phenology, production and quality of blueberry produced in humid subtropical climate. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 3, 2018.

MEDEIROS, J. G. S.; DE BONA, C. M.; CUQUEL, F. L.; BIASI, L. A. Desempenho de cultivares de mirtilo em condição de inverno ameno. **Ciência Rural**, v. 47, e20160795, 2017.

MEDINA, Ricardo Bordignon. **Desempenho de novas cultivares de mirtilo de baixa exigência em frio em região subtropical**. 2016. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, p.92, 2016.

MICHALSKA, A.; ŁYSIAK, G. Compostos bioativos de mirtilos: fatores pós-colheita que influenciam o valor nutricional dos produtos. **International journal of molecular sciences**, v. 16, n. 8, p. 18642-18663, 2015.

MINOLTA. **Precise color communication: color control from perception to Instrumentation**. Japan: Minolta Co. Ltd., 2007. 59 p.

MOMOLI, Lygia Werlang. **Crescimento e desenvolvimento de plantas de mirtilo, cultivar climax, inoculadas com *Azospirillum brasilense***. 2018. 75f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Estadual De Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2018.

MORGADO, M. A. D.; SANTOS, C. E. M.; HELOISA, L.; BRUCKNER, C. H. Correlações fenotípicas em características físico-químicas do maracujazeiro azedo. **Acta Agronômica**, v. 59, n. 4, p. 457-461, 2010.

MOURA, Gisely Correa de. **Aspectos de manejo e cultivares de mirtilo: qualidade e produtividade**. 2013. 131f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2013.

NEIS, S.; SANTOS, S.C.; ASSIS K.C.; MARIANO, Z.F. Caracterização fenológica e requerimento térmico para a videira Niágara Rosada em diferentes épocas de poda no sudoeste goiano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.3, p.931-937, 2010.

NESMITH, D. S. A summary of current and past blueberry cultivars grown in Georgia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 4. ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 2008, Pelotas. **Palestras e resumos...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p.53-64, 2008.

NESMITH, D.S. Fruit development period of several rabbiteye blueberry cultivars. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.715, p.137-142, 2006.

NESMITH, D.S.; BRIDGES, D.C. Modeling Chilling Influence on Cumulative Flowering: A Case Study Using 'Tifblue Rabbiteye Blueberry. **Journal of the American Society for Horticultural Science**. v.117, n.5, p.698-702, 1992.

NÚÑEZ, E.; REY, V.P.M. **Viabilidade econômica da produção de mirtilo (*Vaccinium spp.*)**. 2009. 39 p. Trabalho de Conclusão (MBA em Agronegócios) — Programa de Educação Continuada em Economia e Gestão de Agronegócio, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009.

OLIVEIRA, Fábio Celso de. **Estimativa da radiação fotossinteticamente ativa para as bacias dos rios Doce, São Mateus e Jequitinhonha**. 2010. 75f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Meteorologia Agrícola. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

OLIVEIRA, Guilherme da Silva de. **Avaliação da fenologia de cinco cultivares de mirtilo (*Vaccinium sp.*) no município de Bom Retiro (SC) e as implicações na suscetibilidade a geadas e no manejo dessas cultivares**. 2011. 100f. Relatório do estágio de conclusão do curso de Agronomia. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

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

PAGOT, E.; HOFFMANN, A. Produção de pequenas frutas no Brasil. *In*: SEMINÁRIO BRASILEIRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS, 2003, Vacaria, RS. **Anais [...]** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p.9-17. (Documentos 37).

PARRA, M. A. Producción de arándano: puntos claves de manejo del cultivo. *In*: SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 4ed, 2008, Pelotas. **Palestras e resumos...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 65-74p.

PASA, M. S.; FACHINELLO, J. C.; SCHMITZ, J.D.; FISCHER, D. L. O.; JÚNIOR, H. F. R. Desempenho de cultivares de mirtilheiros dos grupos rabbiteye e highbush em função da cobertura de solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, n.1, 2014.

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

PEREIRA, I. D. S.; PICOLOTTO, L.; CORRÊA, A.; RASEIRA, M.; ANTUNES, L. **Informações técnicas de cultivares de mirtilo**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013.

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

PETRI, J.L.; HAWERROTH, F.J.; LEITE, G.B.; COUTO, M.; FRANCESCOTTO, P. Apple phenology in subtropical climate conditions. In: ZHANG, X. (Ed.). **Phenology and climate change**. Rijeka (Croácia): InTech, p.195-216. 2012.

PEZZOPANE, J. R. M.; PEDRO JÚNIOR, M. J.; GALLO, P. B. Radiação solar e saldo de radiação em cultivo de café a pleno sol e consorciado com banana "prata anã". **Bragantia**, v.64, p.485-497, 2005.

PHILLIPS, D. A; WILLIAMSON, J. G. **Pruning Southern Highbush Blueberry in Florida**. HS1369, ed.2, 2020.

PINHO, Gabriel Suppa de. **Bioinsumos na produção de mirtilheiros (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Biloxi no Distrito Federal**.2022. 97f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2022.

QUEIROGA, V. P.; GOMES, J. P.; NETO, A. F.; DE MELO QUEIROZ, A. J.; MENDES, N. V. B.; DE ALBUQUERQUE, E. M. B. **Mirtilo (*Vaccinium spp.*) tecnologias de plantio em típicas regiões serranas**. 1. ed. Campina Grande: AREPB, 2021. 236 p.

QUEIROZ, M. I.; TREPTOW, R.O. **Análise Sensorial para a Avaliação da Qualidade dos Alimentos**. Rio Grande: Ed. Da FURG, 2006, 268p.

RADUNZ, A. L.; HERTER, F. G.; SCHEUNEMANN, L. C.; KRÖNING, D. P.; RADÜNZ, A. F. O.; PELIZZA, T. R. Aspectos Bioclimatológicos Do Mirtilheiro. **Revista Científica Rural**, v. 18, n.1, 1-17, 2016.

RADÜNZ, A. L.; SCHEUNEMANN, L. C.; KRÖNING, D. P.; HERTER, F. G.; JUNIOR, F. W. R.; RADUNZ, M.; SILVA, V. N. Characterization of blueberry cultivar 'climax'. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.40, p. 1-6, 2018.

RADÜNZ, A. L.; SCHÖFFEL, E. R.; HALLAL, M. O. C.; BRIXNER, G. F. Efeito da época de poda e da desfolha na interceptação de radiação solar na videira Bordô. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 4, p.403-407, 2013.

RADÜNZ, A.L.; HERTER, F.G.; RADÜNZ, M.; SCARIOT, M.A.; DUCATTI, R.D.B.; SILVA, A.C.S.; RADÜNZ, L.L. Mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) cv. Powderblue: caracterização produtiva e físico-química. **Revista Thema**, v.22, e.2, p. 358-371, 2023.

RADÜNZ, A.L.; SCHOFFEL, E.R.; BRIXNER, G.F.; HALLAL, M.O.C.; RADÜNZ, A.F.O. Efeitos da época da poda sobre a duração do ciclo e a produção de videiras 'Bordo' e 'BRS Violeta'. **Revista Científica Rural**, v.14, p.450-466, 2012.

RADÜNZ, André Luiz. **Hábito de frutificação, manejo da poda e qualidade de fruto de mirtilo**. 2014. 76f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

RAMM, Aline. **Micropropagação e frio artificial no cultivo dos mirtilheiros 'Duke' e 'Woodard'**. 2021. 101 f. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

RASEIRA, M. C. B. Descrição da planta, melhoramento genético e cultivares. *In*: RASEIRA, M. C. B.; ANTUNES, L. E. C. **A Cultura do mirtilo**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 64p. (Documento, 121), 2004.

REMATALES, J.B.; HANCOCK, J.F. **Blueberries**, 2ª ed.; CABI Publishing: Wallingford, Reino Unido, 2018.

REQUE, P. M. **Frutos de mirtilo (*Vaccinium* spp.) e produtos derivados: caracterização e estabilidade de suas propriedades bioativas**.2012. 121f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Instituto de Ciências e Tecnologias de Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

RETAMALES, J.B.; HANCOCK, J.F. **Blueberries: Crop Production Science in Horticulture**. CABI Publ. Co Oxfordshire, UK, 2012. 336 p.

RODRIGUES, A.; ARAUJO, J. P. C. D.; GIRARDI, E. A.; SCARPARE FILHO, J. A. Desenvolvimento do pessegueiro 'Flordaprince' sob duas intensidades de poda verde. **Bragantia**, 68, 673-679, 2009.

RODRIGUES, S. A, GULARTE, M. A.; PEREIRA, E. R. B.; BORGES, C. D.; VENDRUSCOLO, C. T. Influência da cultivar nas características físicas, químicas e sensoriais de topping de mirtilo. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 1, n. 1, p. 9-29, 2007.

RODRÍGUEZ, M.A.R.; ODERIZ, M.L.V.; LOZANO, J.S.; HERNÁNDEZ, J.L. Estudio de la composición química de pequeños frutos: arándano, frambuesa, grosella blanca, grosella negra, grosella roja y zarzamora producidos en Galicia. **Industria Conserve**, v. 67, n. 1, p.29-33, 1992.

ROWLAND, L.J.; ALKHAROUF, N.; DARWHISH, D.; OGDEN, E. L.; POLASHOCK, J. J.; BASSIL, N. V.; MAIN, D. Generation and analysis of blueberry transcriptome sequences from leaves, developing fruit and flower buds from cold acclimation through deacclimation. **BMC Plant Biology**, Londres, v. 12. p.46, 2012.

RUFATO, A, R.; ANTUNES, L, E, C. **Técnicas de produção de framboesa e mirtilo**. Embrapa Clima Temperado, 92 p. 2016.

SALGADO, J. M. **Antioxidantes em Laranjas e Pequenas Frutas Vermelhas**. 2008. Disponível em: <[sbaf.org.br/\\_eventos/2008\\_I\\_SBAF\\_Intl/index2.html](http://sbaf.org.br/_eventos/2008_I_SBAF_Intl/index2.html)>. Acesso em: 24 jul. 2020.

SANTOS, A. M. Situação e perspectivas do mirtilo no Brasil. *In*: Simpósio Nacional Do Morango, 2.; Encontro De Pequenas Frutas E Frutas Nativas, 1., 2004, Pelotas. **Palestras e resumos...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p.281-284. (Documento, 124).

SANTOS, Carolina da Silva dos. **Fluxo de energia solar e produtividade em cultivo de capim-sudão BRS Estribo em diferentes espaçamentos e épocas de semeadura**. 70 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2021.

SANTOS, H.G. dos; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C. dos; OLIVEIRA, V.A. de; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A. de; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. de. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353p.

SANTOS, Luis Filipe Coelho dos. **Fenologia do *Vaccinium corymbosum* cv Duke em várias regiões de Portugal Continental**. 2015. 77f. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Geociências, Ambiente e Ordenamento do Território. Universidade do Porto, Porto, 2015.

SANTOS, Patrícia Marques dos. **Fluxos de radiação solar e desempenho fisiológico da amora-preta (*Rubus* spp.) em diferentes épocas de poda**. 2022. 78 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022.

SANTOS, Patrícia Marques dos. **Qualidade dos frutos e desenvolvimento fenológico da amora-preta (*Rubus* spp) submetida a diferentes épocas e intensidades de poda**. 2018. 58 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS, 2018.

SCHIAVON, A. V.; LEIVAS, G. L.; DELAZERI, E. E.; ALVES, A. S.; MELLO-FARIAS, P. C.; ANTUNES, L. E. C. Physical-chemical characteristics of 'Tupy' blackberry harvested at different ripening stages and kept under refrigeration. **Scientific Electronic Archives**, v.14, n. 8, 2021.

SCHÖFFEL, E. R.; DOS SANTOS, P. M.; DA ROSA MACIEL, L.; HERTER, F. G. Fluxos de energia radiante em cultivos de amora-preta 'Tupy'. **Revista Caminhos De Geografia**, v. 22, n. 80, p. 169–181, abr./2021.

SCHUCH, M.W.; TOMAZ, Z.F.P. Advances in the spread of vegetative blueberry. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.41, n.1, 2019.

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

SERRADO, F; PEREIRA, M.; FREITAS, S.; MARTINS, S.; DIAS, T. **Mirtilos. Guia de boas práticas para produção, promoção e comercialização**. Associação de Desenvolvimento Rural Integrado das Serras do Montemuro, Arada e Gralheira, 2008.

SHI, M; LOFTUS, H.; MCAINCH, A.J.; SU, X.Q. Mirtilo como fonte de compostos bioativos para o tratamento da obesidade, diabetes tipo 2 e inflamação crônica. **Journal of Functional Foods**, v. 30, p. 16-29, 2017.

SILVA, B.B.; BRAGA, A.C.; BRAGA, C.C. Balanço de radiação no perímetro irrigado São Gonçalo – PB mediante imagens orbitais. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 3, n. 24, p.145-152, jul. 2011.

SILVA, J. D. S.; FINGER, F. L.; CORRÊA, P. C. Armazenamento de frutas e hortaliças. **Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas**. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, p. 469-502, 2000.

SILVA, L. D. B.; FOLEGATTI, M. V.; NOVA, N. A. V.; CARVALHO, D. F. Relações do saldo de radiação em grama batatais e capim Tanzânia com a radiação solar global em Piracicaba, SP. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.15, p.250-256, 2007.

SMOLARZ, K. Evaluation of four blueberry cultivars growing in Central Poland. **Acta Horticulturae**, v.715, p.81-84, 2006.

SOUSA, Karolina Alves de. **Comércio de pequenas frutas vermelhas (amora, framboesa e mirtilo) in natura nos estabelecimentos do Distrito Federal**. 2021. 64p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

SOUSA, M.B.; CURADO, T.; VASCONCELLOS, F.N.; TRIGO, M.J. Mirtilo: qualidade pós-colheita. **Folhas de Divulgação AGRO**, v. 556, n. 8, p. 1-33, 2007.

SOUZA, A.L.K. de; SCHUCH, M.W.; ANTUNES, L.E.C.; SCHMITZ, J.D.; PASA, M. da S.; CAMARGO, S.S.; CARRA, B. Desempenho de mudas de mirtilo obtidas por micropropagação ou estaquia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.8, p.868-874, 2011.

SOUZA, André Luiz Kulkamp de. **Diferentes formas de propagação e intensidades de poda no desempenho a campo de mirtilheiros do grupo rabbiteye**. 2011. 109f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas – RS, 2011.

SOUZA, M. B.; CURADO, T.; VASCONCELLOS, F. N.E: TRIGO, M. J. **Mirtilo – Qualidade pós-colheita**. Alentejo, Portugal, Folhas de Divulgação AGRO 556 n.8, 2007.

SOUZA, V.R. de; PEREIRA, P.A.P.; SILVA, T.L.T. da; LIMA, L.C. de O.; PIO, R.; QUEIROZ, F. Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. **Food Chemistry**, v.156, p.362-368, 2014.

STRIK, B.C.; CLARK, J.R.; FINN, C.E.; BANADOS, M.P. Worldwide Blackberry Production. **Hortechology**, Alexandria, v.17, n.2, p. 205-213, 2007.

TREHANE, J. **Blueberries, cranberries and other Vacciniums**. Cambridge: Timber Press, 2004, 256p.

TURKMEN, I.; EKS, A. Brix degree and sorbitol/xylitol level of authentic pomegranate (*Punica granatum*) juice. **Food Chemistry**, v. 12, p. 118, 2011.

VEISSID, N. Estudo da Cobertura de Nuvens no Sertão Central do Ceará, medido pelo Satélite SCD2 do INPE. **Revista Brasileira de Energia Solar**, v. 12, n. 1, p. 11-20, 2021.

WANG, S.Y.; CHEN, C.T.; SCIARAPPA, W.; WANG, C.Y.; CAMP, M.J. Fruit

quality, antioxidant capacity, and flavonoid content of organically and conventionally grown blueberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 56, p.5788-5794, 2008.

WILLIAMSON, J.G.; DAVIES, F.S.; LYRENE, P.M. **Poda de plantas de mirtilo na Flórida**. University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, EDIS, vol. 1, p. 01-05, 2004.

WU, Y.; ZHOU, Q.; CHEN, X.; LI, X.; WANG, Y.; ZHANG, J. Comparison and screening of bioactive phenolic compounds in different blueberry cultivars: Evaluation of antioxidation and  $\alpha$ -glucosidase inhibition effect. **Food Research International**, v.100, p.312–324, 2017.

YÁÑEZ, I.M. **Perspectivas en el mercado de los arándanos: otro ejemplo del 'efecto kiwi' en la agricultura?** Talca: CENI, 2008. 28 p. (Serie Estudios, 1).

YÁÑEZ, P.; RETAMALES, J.B.; LOBOS, G.A.; DEL POZO, A. Light environment within mature rabbiteye blueberry canopies influences flower bud formation. **Acta Horticulturae**, v. 810, n. May 2014, p. 471–474, 2009.

YANG, H.; WU, Y.; ZHANG, C.; WU, W.; LYU, L.; LI, W. Growth and physiological characteristics of four blueberry cultivars under different high soil pH treatments. **Environmental and Experimental Botany**, v.197, p.104842, 2022.

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