

UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**Agroecossistema de cultivo na fenologia de cultivares e potencial
agronômico da amoreira-preta submetida a sistemas de poda em
ambiente protegido**

Tais Carine Trada

Passo Fundo

2021

Tais Carine Trada

Agroecossistema de cultivo na fenologia de cultivares e potencial agronômico da amoreira-preta submetida a sistemas de poda em ambiente protegido

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo como requisito parcial para obtenção de título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Alexandre Augusto Nienow

Passo Fundo

2021

CIP – Catalogação na Publicação

T763a Trada, Tais Carine

Agroecossistema de cultivo na fenologia de cultivares e potencial agrônomo da amoreira-preta submetida a sistemas de poda em ambiente protegido / Tais Carine Trada. – 2021.
67 f. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Augusto Nienow.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Passo Fundo, 2021.

1. Amoreira - Cultivo. 2. Plantas - Meios de cultivo.
3. Poda. 4. Frutas - Análise. I. Nienow, Alexandre Augusto, orientador. II. Título.

CDU: 634.71

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO



PPGAgro
Programa de Pós-Graduação
em Agronomia

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação.

“Agroecossistema de cultivo na fenologia de cultivares e potencial agrônômico da amoreira-preta submetida à sistemas de poda em ambiente protegido”

Elaborada por

Táís Carine Trada

**Como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestra em
Agronomia – Produção e Proteção de Plantas**

**Aprovada em: 15/04/2021
Pela Comissão Examinadora**

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Alexandre Nienow', written in a cursive style.

Dr. Alexandre Augusto Nienow
Presidente da Comissão Examinadora
Orientador
Coordenador do PPGAgro

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Alfredo Castamann', written in a cursive style.

Dr. Alfredo Castamann
Examinador externo
Universidade Federal da Fronteira Sul -
UFFS

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'José Luís Trevizan Chiomento', written in a cursive style.

Dr. José Luís Trevizan Chiomento
Examinador externo
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – UPF

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Eraldo Lourenso Zanella', written in a cursive style.

Dr. Eraldo Lourenso Zanella
Diretor da Faculdade de Agronomia e
Medicina Veterinária – FAMV/UPF

DEDICATÓRIA

Dedico aos meus pais, Clair e Paulo Trada, e ao meu companheiro Kennedy Seifert.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente aos meus pais Clair e Paulo Trada pelo apoio, carinho e dedicação ao longo de mais esta jornada.

Ao meu companheiro, amigo, Kennedy Seifert, por partilhar de momentos importantes. Obrigada pelo carinho, paciência e por sua capacidade de trazer paz nos momentos de dificuldade, pelo afeto e apoio.

Ao meu orientador Dr. Alexandre Augusto Nienow, pela confiança, competência, profissionalismo e dedicação na orientação deste trabalho.

As minhas colegas e amigas Grazielle Posser, Luis Henrique Rizzo, Michele Meneguzzo, Monique D'Agostini e Renata Rebesquini, e ao meu colega e amigo querido Leonado Mayer, obrigada pelo auxílio, apoio e companheirismo ao longo destes anos.

Aos demais professores do PPGAgro, pela contribuição na minha formação como Mestre.

À UPF e ao PPGAgro, pela oportunidade.

E, por fim, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram no meu crescimento profissional e pessoal.

EPÍGRAFE

"Agir, eis a inteligência verdadeira. Serei o que quiser. Mas tenho que querer o que for. O êxito está em ter êxito, e não em ter condições de êxito. Condições de palácio tem qualquer terra larga, mas onde estará o palacácio se não o fizeram ali?"

(Fernando Pessoa)

RESUMO

TRADA, Tais Carine. Agroecossistemas de cultivo na fenologia de cultivares e potencial agrônomo da amoreira-preta submetida a sistemas de poda em ambiente protegido. 67 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2021.

O cultivo da amoreira-preta é realizado tradicionalmente a campo. A produção em ambiente protegido é uma alternativa pouco estudada, cuja tecnologia tem as vantagens de proteger de danos por geadas tardias e granizo, bem como evitar a incidência de chuvas, que podem causar doenças e perdas na colheita. A hipótese do trabalho testada foi de que a fenologia é influenciada pelo ambiente de cultivo e a produção difere entre cultivares, influenciada pelo sistema de poda. O objetivo da pesquisa foi avaliar o comportamento fenológico da amoreira-preta no cultivo a campo e em ambiente protegido, e os efeitos de sistemas de poda sobre a produção em ambiente protegido. O trabalho foi realizado na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da UPF, em Passo Fundo, RS, na safra 2020. Foram comparadas as cultivares Tupy e BRS Xingu cultivadas no campo e em ambiente protegido quanto ao comportamento fenológico e, em ambiente protegido, também a formação de ramos secundários e a produção, uma vez submetidas à três sistemas de poda: a) DP1 - condução de 3 hastes com 1 desponete 15 cm após o último fio de arame (1,90 m); DP2 - condução de 3 hastes com 2 desponetes, na altura de 0,8 m e 15 cm após o último fio de arame; e PD – poda drástica e condução de 3 hastes com desponete a 15 cm após o último fio de arame. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com os tratamentos arranjados em parcelas subdivididas, com quatro repetições e duas plantas por parcela. Os resultados mostraram que a condição de ambiente protegido proporcionou menor duração de cada estágio fenológico que no cultivo a campo, e ‘BRS Xingu’ apresentou estádios de maior duração que ‘Tupy’ nos dois agroecossistemas. A característica de longa duração dos estádios proporcionou a sobreposição de até cinco a seis estádios fenológicos no mesmo período. Em ambiente protegido, maior formação de ramos secundários foi verificado na ‘Tupy’ e, para as duas cultivares, o tratamento de poda com apenas um desponete 15 cm acima do último arame foi suficiente para induzir maior formação destes ramos. Por sua vez, a poda drástica atrasou o crescimento e a realização do desponete das hastes, com redução da emissão de ramos secundários e da produção. Sem diferir quanto à produtividade, mas por apresentar frutos de maior massa média, menor ATT e maior relação SST/ATT, conclui-se que a ‘Tupy’ se mostra com melhor desempenho agrônomo que ‘BRS Xingu’.

Palavras-chave: 1. Condução de plantas. 2. Estufa. 3. Florescimento. 4. Frutificação. 5. Qualidade de frutos.

ABSTRACT

TRADA, Tais Carine. Cultivation agroecosystem in cultivars phenology and agronomic potential of blackberry submitted to pruning systems in a protected environment. 67 f. Dissertation (Masters in Agronomy) – University of Passo Fundo. Passo Fundo, 2021.

Blackberry cultivation is traditionally carried out in the field. Production in a protected environment is a little-studied alternative, whose technology has the advantages of protecting against late frosts, hail damage, and avoiding the incidence of rain, which can cause diseases and harvest losses. The tested hypothesis of this work was that phenology is influenced by the cultivation environment, and the production differs between cultivars, influenced by the pruning system. The research aimed to evaluate the phenological behavior of blackberry in field cultivation and inside a protected environment and, the effects of pruning systems on production in a protected environment. The study was carried out at the Faculty of Agronomy and Veterinary Medicine (FAMV) from the University of Passo Fundo (UF), in Passo Fundo - RS/Brazil, during the 2020 harvest. The cultivars Tupy and BRS Xingu cultivated in the field and inside a protected environment were compared concerning phenological behavior and, in a protected environment, also the formation of secondary branches and production, once submitted to three pruning systems: a) DP1 - conduction of 3 stems with 1 pinching 15 cm after the last wire (1.90 m); DP2 - conduction of 3 stems with 2 pinchings at 0.8 m height and 15 cm after the last wire and; PD - drastic pruning and conduction of 3 stems with pinching 15 cm after the last wire. The experimental design occurred in randomized blocks, with treatments arranged in subdivided plots, with four replications and two plants per plot. The results showed that the protected environment condition provided a shorter duration of each phenological stage than in the field cultivation and, the 'BRS Xingu' cultivar presented stages of longer duration than 'Tupy' in both agroecosystems. The long duration characteristic of stages provided an overlap from up to five to six phenological stages in the same period. In a protected environment, greater formation of secondary branches was verified in 'Tupy' and, for both cultivars, pruning treatment with only 1 pinching 15 cm above the last wire was enough to induce a greater formation of these branches. On the other hand, the drastic pruning system delayed growth and thus the pinching, with a reduction in the emission of secondary branches and production. Without differing in terms of productivity, but because it presents fruits with higher average mass, lower TTA, and higher TSS/TTA ratio, it is concluded that 'Tupy' shows better agronomic performance than 'BRS Xingu'.

Key words: 1. Plant conduction. 2. Geenhouse. 3. Flowering. 4. Fruiting. 5. Fruit quality.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1	<i>Importância socioeconômica da amoreira-preta</i>	14
2.2	<i>Taxonomia e características gerais</i>	15
2.3	<i>Condições edafoclimáticas ao cultivo da amoreira-preta</i>	16
2.4	<i>Cultivares</i>	17
2.5	<i>Poda e condução</i>	18
2.6	<i>Alterações microclimáticas em ambiente protegido</i>	21
3	MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1	<i>Local e período da pesquisa</i>	24
3.2	<i>Tratamentos e delineamento experimental</i>	28
3.3	<i>Instalação dos pomares e controle fitossanitário</i>	25
3.4	<i>Procedimentos de poda</i>	29
3.5	<i>Variáveis analisadas</i>	32
3.6	<i>Análise estatística</i>	35
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
5	CONCLUSÃO	52
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	53
7	REFERÊNCIAS	54
	APÊNDICES	64

1 INTRODUÇÃO

A produção anual de frutas no Brasil é de aproximadamente 37 milhões de toneladas, sendo o terceiro maior produtor mundial, atrás da China e Índia (ABRASFRUTAS, 2020). A fruticultura tem se apresentado como uma boa opção de investimento, por gerar renda e contribuir para a melhoria da qualidade de vida dos produtores. O cultivo da amoreira-preta é uma das alternativas para o Rio Grande do Sul, pela adaptabilidade às regiões mais frias, se destacando como maior produtor.

A recente mudança no hábito alimentar tem aumentado o interesse pelos frutos de amoreira-preta (*Rubus* spp.) em decorrência do sabor, a aparência diferenciada dos frutos e, principalmente, a presença de compostos funcionais, como as antocianinas e polifenóis, com elevada atividade antioxidante. Por sua vez, o interesse por parte dos produtores pelo cultivo tem se justificado pela necessidade de diversificação da propriedade; a rusticidade em relação à adaptação ao clima e solo, bem como ao ataque de pragas e doenças; a precocidade para iniciar a produção, a partir do segundo ano; e a elevada remuneração que pode ser obtida em pequenas áreas, apresentando-se como uma cultura adaptada à agricultura familiar.

A adequada escolha das cultivares é um dos aspectos que define o sucesso do cultivo. No caso da amoreira-preta, as cultivares têm sido criadas e lançadas pela Embrapa Clima Temperado. A cultivar de maior destaque pela produtividade e qualidade dos frutos, inclusive em outros países, é a Tupy, lançada em 1988. Recentemente (2015) foi lançada a cultivar BRS Xingu. Essas duas cultivares foram testadas neste trabalho, considerando que, sobre a cultivar BRS Xingu, pouco ainda se sabe sobre a produtividade e a qualidade dos frutos no Planalto Riograndense, principalmente cultivada sob cobertura plástica, tema desta pesquisa.

O cultivo em ambiente protegido, por sua vez, tem se expandido na fruticultura, como por exemplo, na viticultura, mas ainda não é amplamente utilizado para a amoreira-preta, tecnologia que carece de maiores informações. A função é proteger o cultivo de danos por geadas tardias e granizo, bem como evitar a incidência de chuvas, que podem causar doenças e perdas na colheita. Outras alterações podem ser obtidas, como do comportamento fenológico, do crescimento vegetativo, da qualidade dos frutos e da produtividade, em decorrência da obrigatoriedade de irrigação e pelas mudanças microclimáticas (temperatura, umidade, radiação solar e ventos).

Para se obter uma produção satisfatória é imprescindível, também, estar atento aos tratamentos culturais, que incluem a realização de adequada poda e condução das plantas. A amoreira-preta é conduzida de forma tutorada, em sistema de espaldeira. Uma característica que diferencia de outras espécies é o fato de que as hastes produtivas secam após a colheita, devendo ser eliminadas, sendo conduzidas para a próxima safra as brotações que surgem da base das plantas. São justamente estas novas brotações que podem ser submetidas à poda de diferentes formas e momentos, testadas neste estudo.

Essa temática de pesquisa, envolvendo a combinação entre ambiente protegido, cultivares e sistemas de poda ainda carece de estudos, pois os potenciais produtivos e qualitativos da cultura são desconhecidos para a maioria dos fruticultores nessas condições.

Buscou-se, portanto, verificar qual é a interferência do agroecossistema de cultivo (campo ou ambiente protegido) na fenologia de cultivares de amoreira-preta, e como os sistemas de poda modificam a produção e qualidade de frutos em ambiente protegido. A hipótese foi de que a fenologia é influenciada pelo ambiente de cultivo e a produção difere entre cultivares, influenciada pelo sistema de poda.

O objetivo geral foi investigar se o agroecossistema de cultivo altera a fenologia de cultivares de amoreira-preta e se os sistemas de poda modificam o potencial agrônomo da cultura em ambiente protegido.

Os objetivos específicos foram os seguintes: a) avaliar se a fenologia das cultivares Tupy e BRS Xingu de amoreira-preta é alterada pelo agroecossistema de cultivo, ou seja, no campo ou em ambiente protegido; b) verificar se os sistemas de poda de cultivares de amoreira-preta em ambiente protegido alteram a emissão de ramos secundários; e c) testar se a produção e a qualidade de amoras em ambiente protegido são modificadas pela associação de sistemas de poda e cultivares.

Sabe-se que o sucesso econômico e sustentável depende da interação entre fatores genéticos (ex: cultivares), ambientais (ex: microclima) e manejos culturais (ex: sistema de poda e condução das plantas). A justificativa desta pesquisa foi melhor caracterizar e diferenciar a fenologia (início da brotação; períodos de floração, frutificação e amadurecimento dos frutos; e época de colheita) de duas importantes cultivares de amoreira-preta cultivadas no campo e em ambiente protegido, bem como determinar a capacidade produtiva e qualitativa dos frutos em ambiente protegido, ao testar diferentes sistemas de poda. Espera-se que resultados promissores de produtividade e qualidade dos frutos, oriundos da combinação entre cultivares e um adequado sistema de poda, somados a maior segurança do cultivo protegido, possa sustentar a proposta de adoção desta nova tecnologia por parte dos produtores, assegurando renda em pequenas áreas de cultivo.

2 REVISÃO DA LITERATURA

A revisão apresentada buscou destacar a importância do cultivo da amoreira-preta pelos produtores rurais, aspectos botânicos da espécie, as cultivares e as condições cultivo, com ênfase para os sistemas de poda e cultivo em ambiente protegido.

2.1 Importância socioeconômica da amoreira-preta

A recente mudança de hábito alimentar da população fez com que aumentasse a procura por alimentos com propriedades funcionais e/ou nutraceuticas e, conseqüentemente, o aumento nas áreas de cultivo de diferentes frutíferas. O interesse mundial no cultivo de amoreira-preta deve-se à elevada rentabilidade e a alta capacidade antioxidante, devido à grande variedade de polifenóis presente nos frutos, tais como antocianinas, flavonoides e derivados do ácido cinâmico (CARDEÑOSA et al., 2016; FACHINELLO et al., 2008; LI et al., 2016).

Dentro deste cenário temos o aumento gradativo do consumo e a adaptação da amoreira-preta, principalmente na região Sul do país (SHAKER; ANTONIOLLI, 2009), em virtude de ser uma cultura com rápido retorno econômico, produzindo já no segundo ano de cultivo. É possível sua comercialização na forma *in natura*, podendo ser elaborados diversos produtos, tais como geleias, sucos, iogurtes e doces. As variações de seu preço médio são em função da época de produção e a forma de comercialização, *in natura* ou industrializada (ANTUNES et al., 2014).

Os países maiores produtores são o México (287.125 t), Vietnã (148.538 t), a Nova Guiné (107.699 t), a Turquia (69.187 t) e a China (62.212 t) (FAO, 2018). A área cultivada com amoreiras no Brasil, em 2017, era de 1.286 ha, com produção de 2.796 t,

concentradas nas regiões Sul e Sudeste. O estado maior produtor era o Rio Grande do Sul (1.488 t em 409 ha), seguido por Minas Gerais (704 t em 396 ha), Paraná (266 t em 328 ha) e São Paulo (137 t em 72 ha), em 799 propriedades, com valor total de produção de R\$ 10.076.000,00 (IBGE, 2020).

2.2 Taxonomia e características gerais

A Rosaceae é composta por plantas frutíferas e ornamentais caracterizadas por espécies arbóreas, arbustivas e herbáceas, na sua maioria hermafroditas, possuindo diferentes gêneros com importância econômica para a fruticultura brasileira (*Malus*, *Prunus*, *Pyrus*, entre outros). A distribuição dessa família é cosmopolita e, no Brasil, ocorre em todos os estados, sendo aceitos 19 gêneros e 53 espécies, sendo 10 endêmicas do Brasil, mas predominantes no Hemisfério Norte (JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO, 2019; JUDD et al., 2009; REETZ et al., 2007).

No Brasil, a região sul se destaca pelo cultivo de diferentes frutíferas desta família, pois é a região mais fria do país, com predomínio do clima subtropical, onde no inverno ocorrem geadas e até neva em alguns lugares (EMBRAPA, 2019). Dentre as várias opções de espécies frutíferas com capacidade de cultivo e comercialização, recentemente tem se destacado a amoreira-preta, que assim como a framboeseira pertencem ao gênero *Rubus* (REETZ et al., 2007).

A amoreira-preta (*Rubus* spp.), cujo centro de origem é a Ásia, caracteriza-se por ser uma frutífera de clima temperado, que cresce bem em regiões com clima frio no inverno (VIZZOTTO, 2008). Possui hábito de crescimento ereto a prostrado, com a presença ou não de espinhos (RASEIRA; SANTOS; BARBIERI, 2007).

As flores, em geral, possuem cinco sépalas, cinco pétalas, numerosos estames e carpelos dispostos ao redor de um receptáculo (RASEIRA; SANTOS; BARBIERI, 2007). O período de florescimento é variável entre as cultivares e os frutos são provenientes da agregação de dezenas de frutos verdadeiros (mini-drupas), possuindo pequenas sementes no interior (CURI, 2013).

De modo geral, a amoreira-preta é autopolinizada, embora haja um percentual de flores com fecundação cruzada, sendo necessária a ação de agentes polinizadores. Os grãos de pólen têm ótima germinação quando as temperaturas não ultrapassam os 27 °C, possibilitando o aumento da qualidade e o rendimento de frutos (CHAGAS et al., 2010; FIGUEIREDO et al., 2013).

Os frutos apresentam cerca de 4 a 7 g, de coloração negra e sabor ácido a doce-ácido (COUTINHO; MACHADO; CANTILLANO, 2004), de vida útil relativamente curta, devido à estrutura frágil e alto metabolismo, necessitando cuidados no armazenamento, pois os frutos não são climatéricos, apresentando elevada sensibilidade à danos (ALMEIDA, 2016; GONÇALVES et al., 2012).

Algumas doenças podem ocorrer no pós-colheita, sendo que as principais são ocasionadas por patógenos fúngicos dos gêneros *Botrytis*, *Cladosporium*, *Penicillium*, *Alternaria* e *Fusarium* (TOURNAS; KATSOUDAS, 2005). Para minimizar as perdas pós-colheita uma alternativa é o uso da refrigeração, tendo como mecanismos auxiliares o emprego do controle da atmosfera para manter as características desejáveis (SCHAKER; ANTONIOLLI, 2009). Recomenda-se temperaturas entre 0-5 °C para o armazenamento dos frutos. Como complementação, o armazenamento em atmosfera modificada irá proporcionar a redução da respiração e da produção de etileno, diminuindo os níveis de O₂ e aumentando os níveis de CO₂ (KADER, 2010).

Quando consumidos na forma *in natura* os frutos são altamente nutritivos. Contendo quase 90% de água, o restante é composto por carboidratos, proteínas e fibras (KAUNE; HOWARD; DEVAREDDY, 2012). Já a presença de compostos bioativos, como as antocianinas, flavonoides e compostos fenólicos está correlacionado com a cultivar utilizada (VIZZOTTO, 2012).

2.3 Condições edafoclimáticas ao cultivo da amoreira-preta

A amoreira-preta destaca-se por ser uma espécie rústica, cultivada em solos com variações de pH entre 5,5 a 6,0, com teor de matéria orgânica considerado ideal entre 2,0

a 4,5% (CASTAÑO et al., 2008; FREIRE, 2007; PAGOT; SCHNEIDER; NACHTIGAL, 2007; PEREIRA et al., 2015). Pereira et al. (2013) testaram diferentes formas de adubação nitrogenada e concluíram que ‘Tupy’ é mais exigente que ‘Xavante’. Também, que as necessidades nutricionais das plantas aumentam a partir da terceira safra, em função do aumento da exportação de nutrientes pela produção.

O comportamento fenológico da amoreira-preta pode variar em função do ano, da exigência de horas de frio e aspectos climáticos (ANTUNES et al., 2014), além do fator genético (SURYA; RAHMAN, 2012). Sua caracterização fenológica, de acordo com a região, permite descrever com detalhes o ciclo de crescimento destas plantas (TADEU et al., 2015) e pode ser de fundamental importância para a introdução da cultura em um determinado local (SEGANTINI et al., 2015).

Por ser uma frutífera de clima temperado, necessita acumular determinado número de horas de frio abaixo de 7,2 °C, ou até 13 °C no período do inverno, para que não haja prejuízos à brotação e ao florescimento, e comprometa a produtividade (PEDRO JÚNIOR et al., 1979). A cultura é resistente às geadas, mas suscetível quando estas ocorrem fora do período de dormência, com prejuízo às gemas, flores e frutos em desenvolvimento (WREGE; HERTER, 2008).

A região Sul é caracterizada pela desuniformidade climática. A variação de temperatura ocorre em função da mudança de altitude, existindo microclimas que podem ser mais ou menos favoráveis à produção. A amplitude térmica durante o dia e a noite superior a 10 °C atua na coloração e no equilíbrio da acidez e açúcar dos frutos (WREGE; HERTER, 2008).

2.4 Cultivares

A classificação das cultivares de amoreira-preta está em função do hábito de crescimento, sendo estas agrupadas em três tipos: rasteiras, semieretas e eretas (CLARK, 2006). Em torno de 50% da produção mundial de amoreira-preta é do tipo semiereta, e 25 % eretas e rasteiras (STRIK et al., 2007).

No final da década de 70 iniciou, na Embrapa de Clima Temperado, o Programa de Melhoramento da Amora-preta, a partir de cultivares e sementes de hibridações da Universidade do Arkansas, EUA. Mais tarde foram introduzidos materiais do Uruguai e do Oregon. O Programa deu origem às seguintes cultivares: Ébano (1981); Negrita (1983); Tupy e Guarani (1988); Caingangue (1992); Xavante (2004); BRS Xingu (2015); e BRS Caingua (2018) (ANTUNES; RASEIRA, 2018).

A cultivar Tupy é a mais importante no Brasil e no mundo, devido à alta produtividade e a qualidade dos frutos. Em picos de produção, pode atingir 25 t ha⁻¹, mas a média observada é de 16 t ha⁻¹. Possui frutos com boa aceitação no mercado in natura, devido ao tamanho, uniformidade, firmeza, coloração intensa e sabor, adaptada à diferentes condições edafoclimáticas e de manejo (ANTUNES et al., 2014). É resultado do cruzamento das cultivares Uruguai e Comanche (ANTUNES; REGINA; DUARTE FILHO, 2002). As plantas são de porte ereto, vigorosas, com espinhos, perfilhamento médio e florescem em setembro e outubro. A colheita, nas condições de Pelotas, RS, vai de meados de novembro a início de janeiro. Os frutos apresentam massa média de 8 a 10 g, sabor equilibrado de acidez/açúcar e teor de sólidos solúveis entre 8 e 10 °Brix (RASEIRA; SANTOS; BARBIERI, 2004).

A cultivar BRS Xingu supera a cultivar Brazos em produtividade, peso médio e teor de açúcar, com colheita um pouco mais tardia, 10 a 20 dias após. A cultivar BRS Xingu tem a mesma faixa de adaptação da cultivar Tupy (200 a 300 horas de acúmulo de frio hibernal), com crescimento semiereto a ereto das hastes. Em plantios em torno de 4 mil plantas por hectare a produtividade foi de mais de 10 t ha⁻¹ (RASEIRA; FRANZON; SCARANERI, 2018).

2.5 Poda e condução

Na fruticultura, alguns manejos como de poda e o tutoramento podem alterar as condições microclimáticas do pomar, tais como temperatura, umidade e ventilação, e consequentemente a distribuição de fotoassimilados nas plantas (FERREIRA et al., 2016). A poda visa deixar a planta com boa estrutura de copa e facilitar os tratos culturais

(SCARPARE FILHO et al., 2011; SOUSA, 2005), e pode proporcionar resultados favoráveis, como a antecipação ou o retardamento do período de safra (CHALFUN et al., 2002).

Devido ao hábito de crescimento e com o intuito de evitar que os frutos entrem em contato com o solo, um sistema de condução é adotado na maioria dos plantios (PAGOT; SCHNEIDER; NACHTIGAL, 2007; PIO et al., 2012). Na prática, normalmente a condução é feita em espaldeira simples e espaldeira em 'T' (PAGOT; SCHNEIDER; NACHTIGAL, 2007).

O sistema de condução mais utilizado para a amoreira-preta é em forma de 'T', com travessas fixadas a uma altura de 1,0 a 1,20 m do solo, por onde passam 2 arames paralelos, com 40 a 50 cm de distância um do outro (PAGOT; SCHNEIDER; NACHTIGAL, 2007). Em função das hastes brotarem já no primeiro ano de cultivo, as mesmas devem ser raleadas (PAGOT; SCHNEIDER; NACHTIGAL, 2007). As brotações originadas da base das plantas, junto ao solo, devem ser amarradas quando ultrapassarem os arames. Na poda de inverno é necessário fazer o raleio das hastes e deixar apenas quatro (PAGOT; SCHNEIDER; NACHTIGAL, 2007), bem como realizar o desponte 15 cm acima do último arame, para induzir ramos secundários do ano, onde ocorre a frutificação. Terminada a colheita é realizada a poda de verão, que consiste em eliminar as hastes que produziram e encurtar as novas hastes 15 cm acima do arame, de modo a estimular a formação de brotos secundários (ANTUNES; TREVISAN; GONÇALVES, 2004).

Em relação ao número de hastes, Pagot, Schneider e Nachtigal (2007) recomendam quatro hastes, porém resultados em experimentos realizados por Tullio e Ayub (2013) mostram que tratamentos com seis hastes apresentaram boa produtividade e qualidade de frutos.

Ao final da colheita realiza-se a poda de verão, mediante a remoção das hastes que produziram. Os ramos novos devem ser conduzidos e encurtados para a próxima safra. Em cultivares produzidas em regiões subtropicais pode ser recomendada a poda drástica

de verão. Os novos ramos e os que produziram são podados a uma altura de 5 cm do solo, e a realização da poda não deve ultrapassar a segunda quinzena de janeiro (RASEIRA et al., 2004; GONÇALVES et al., 2011).

A poda pode ser conduzida no inverno, período no qual a planta está em dormência, mediante o corte dos ramos a uma altura de 15 cm acima do fio de arame de sustentação. Os ramos laterais devem ser mantidos com 20 a 30 cm, mantendo-se as hastes mais vigorosas e eliminando o excesso, afim de promover uma melhor frutificação (PAGOT et al., 2007).

Alguns trabalhos foram realizados para melhor elucidar a melhor forma e época de poda da amoreira-preta em diferentes regiões do Brasil. Campagnolo e Pio (2012b), no município de Santa Helena – PR (clima Cfa), no oeste paranaense, verificaram que plantas de ‘Tupy’ submetidas a tratamentos de poda mais tardias demandaram menor tempo para iniciar a brotação, 8 e 12 dias nas safras de 2008/09 e 2009/10, respectivamente, enquanto as demais plantas que receberam podas mais precoces demandaram entre 13 e 29 dias. Todavia, tais resultados podem estar relacionados ao acúmulo de frio invernal, pois no segundo ano de cultivo o inverno foi mais rigoroso, quando comparado ao primeiro.

Campagnolo e Pio (2012a) conduziram um experimento no município de Marechal Cândido Rondon, PR (clima Cfa) com a cultivar Tupy. Verificaram que o desempenho produtivo não diferiu entre a poda convencional e a poda drástica de verão no primeiro ciclo produtivo. Porém, no segundo ano produtivo houve incremento produtivo nas plantas que receberam poda drástica de verão, uma vez que as hastes que emergiram espontaneamente foram conduzidas somente no inverno, em comparação à poda convencional.

Em estudos conduzidos por Tadeu et al. (2015), no município de Lavras – MG (clima Cwb), plantas da cultivar Tupy submetidas à poda drástica no verão apresentaram incremento em produtividade, em comparação às que receberam poda convencional no

segundo ciclo produtivo, comportamento que evidencia a capacidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas e de manejo, conforme afirma Antunes et al. (2014).

Campagnolo e Pio (2012b) encontraram resultados superiores nos teores de sólidos solúveis totais e massa fresca dos frutos, quando comparados aos de Antunes et al. (2010). Esse fato está relacionado às condições climáticas do oeste do Paraná, que embora seja subtropical apresenta temperaturas superiores e maior fotoperíodo, capaz de proporcionar frutos com maiores concentrações de sólidos solúveis

Os atributos de qualidade dos frutos podem ser influenciados pela época de poda, tipo de solo, época de desenvolvimento dos frutos, adubação e irrigação (SEGATINI et al., 2014). Variáveis físicas, como diâmetro e número de frutos, foram influenciadas significativamente pelo tipo de poda, com variações de tamanho dos frutos entre as cultivares de amoreira-preta. O número de frutos foi prejudicado pelo sistema de poda drástica, possivelmente pela produção e armazenamento dos fotoassimilados (VILLA et al., 2014).

2.6 Alterações microclimáticas em ambiente protegido

A utilização de cobertura plástica tornou-se uma opção para proteção de hortaliças e flores de adversidades climáticas (REBOUÇAS et al., 2015), mas vem tornando-se, também, uma opção de sistema de cultivo em frutíferas. Por exemplo, o uso de cobertura plástica tornou-se uma opção no cultivo de framboesiras e physalis, visando obter frutos de melhor qualidade (COMIRAN et al., 2012; MOURA et al., 2016). A utilização de cobertura plástica sobre o dossel das plantas diminui para pouca ou nenhuma precipitação sobre as folhas e frutos, com redução dos problemas com doenças, danos por granizo e excesso de ventos, tecnologia já consolidada em cultivos de videira (MOURA et al., 2016).

Dentre as principais doenças que atingem a amoreira-preta pode-se destacar a ferrugem (*Phragmidium violaceum*), ocorrendo predominantemente durante a época de frutificação, sob estresses pluviométricos. Também no cultivo de framboesiras, em

regiões subtropicais, a incidência de ferrugem pode ocasionar danos na produtividade, na conservação pós-colheita e na qualidade dos frutos (ANTONIOLLI et al., 2011; CURI et al., 2014; PAGOT; SCHNEIDER; NACHTIGAL, 2007).

Além disso, o cultivo em ambiente protegido possibilita o aumento da produtividade, quando comparado ao ambiente externo. Devido às condições de clima favoráveis ao desenvolvimento mais acelerado das culturas ao longo do ciclo pode promover uma safra mais precoce (ROMANINI et al., 2010; VOX et al., 2010). No caso da amoreira-preta, observa-se um aumento de preços principalmente nos meses de agosto, setembro e outubro. Portanto, a produção fora de época, especialmente antes da safra, é uma grande oportunidade para os produtores, devido à rentabilidade que pode se tornar possível com o uso de ambiente protegido (ANTUNES et al., 2014), embora não tenha sido o objetivo deste trabalho de pesquisa.

As mudanças micrometeorológicas ocorrem na redução da incidência da radiação solar sobre as plantas, nas condições de temperatura, de umidade relativa do ar e velocidade do vento, principais fatores determinantes da evapotranspiração (GOMES et al., 2006). Tais modificações ambientais são ocasionadas pelos filmes ou malhas de cobertura, que modificam o balanço de radiação do sistema solo-planta-atmosfera. O material utilizado na cobertura favorece os processos de reflexão e absorção dos raios solares e, conseqüentemente, reduzem a radiação solar e alteram os elementos meteorológicos no interior do ambiente protegido, pois nos horários mais quentes a temperatura interna pode atingir os 40 °C (NASCIMENTO; CRODA; LOPES, 2012; ROSA, 2012).

De acordo com Taiz e Zeiger (2009), a temperatura e a radiação são os fatores climáticos que mais influenciam na síntese de compostos, pois atuam diretamente nos metabolismos primário e secundário das plantas. Em estufas agrícolas a fração de radiação solar difusa é maior comparada à campo, devido ao efeito de difusão da radiação ocasionado pela cobertura, atingindo as plantas com maior eficácia (SILVA et al., 2007; SILVA et al., 2012)

A radiação solar que penetra para o interior de ambientes protegidos é absorvida pelo solo e pelas plantas, e parte é convertida em energia térmica, ou seja, em radiação de onda longa (ABDUEL-G HANY; AL HELAL, 2010). Essa radiação é emitida para o espaço e, ao atingir algum material opaco, como deveria ser a cobertura plástica, fica retida nesse ambiente, propiciando maior temperatura do ar. As temperaturas mínimas são geralmente semelhantes ao ambiente externo e as máximas mais elevadas. Assim, os cultivos alcançam sua constante térmica mais rapidamente (CHAVARRIA et al., 2009; FARIAS et al., 1991; FERREIRA et al., 2004).

De acordo com Farias et al. (1991), a estabilidade térmica dentro do ambiente protegido está condicionada às dimensões desta, particularmente ao volume de ar armazenado por unidade de superfície coberta. Quanto maior o volume de ar retido maior será a quantidade de calor acumulada durante o dia e o efeito sobre a elevação da temperatura mínima atingida durante a noite, após as perdas por condução e convecção, que podem ser mais ou menos rápidas de acordo com o material de cobertura e as condições atmosféricas externas.

Essa revisão, portanto, demonstra que fatores bióticos, condições de cultivo e tratos culturais, como o sistema de poda, podem exercer variações no comportamento fenológico, vegetativo e produtivo da amoreira-preta, que motivaram a realização do presente estudo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local e período da pesquisa

A pesquisa foi conduzida na Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMV) da Universidade de Passo Fundo (UPF), em Passo Fundo, Rio Grande do Sul. O solo da área experimental pertence à Unidade de Mapeamento Passo Fundo, caracterizado como Latossolo Vermelho Distrófico típico (SANTOS et al., 2013). De acordo com as normais climatológicas (1976-2005) registradas pelo Laboratório de Agrometeorologia da Embrapa Trigo de Passo Fundo - RS, a temperatura média anual do município é de 17,7 °C, com média das máximas de 23,6 °C e das mínimas de 13,2 °C. A precipitação média anual é de 1.800 mm (EMBRAPA, 2019).

Os dados das temperaturas mensais (médias, médias das máximas e das mínimas) ocorridas à campo de setembro de 2019 à dezembro de 2020, e de horas de frio abaixo de 7,0 °C e 13 °C de maio a setembro de 2020 (EMBRAPA TRIGO, 2021), estão apresentados nos Apêndices I e II, respectivamente. As temperaturas ocorridas no interior da estufa encontram-se, também, no Apêndice I.

Os estudos fenológicos foram conduzidos com plantas de amoreira-preta cultivadas em ambiente protegido, cuja estufa encontra-se localizada no Setor de Horticultura, no Campus I, na latitude 28°15'46''S, longitude 52°24'24''O, a 710 m de altitude, posicionada no sentido nordeste-sudoeste, e no campo, no pomar localizado no Centro de Extensão e Pesquisa Agropecuária (Cepagro) da FAMV/UPF, situado cerca de 3 km distante do cultivo em ambiente protegido, na latitude 28°12'52''S, longitude 52°23'41''W, a 655 m de altitude (Figura 2). Os tratamentos de poda não foram avaliados

no experimento de campo, em razão da seca extrema em 2019/20, e não contar com sistema de irrigação, prejudicando o crescimento das plantas.

A estufa de cultivo em ambiente protegido apresentava as dimensões de 9 m x 39 m, com pé direito de 2,5 m, em estrutura metálica, teto em arco revestido com polietileno de baixa densidade (PEBD) aditivado anti UV de 150 micra. Nas paredes frontais o revestimento era com tela tipo “sombrite” (50% de sombreamento) e as laterais com tela de arame, para evitar o livre acesso de pessoas, mas permitir a entrada de insetos polinizadores.

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

No cultivo em ambiente protegido foram comparadas as cultivares de amoreira-preta Tupy e BRS Xingu, submetidas à três sistemas de poda (Figuras 1 e 2): a) DP1 - condução de 3 hastes com 1 desponete 15 cm após o último arame (1,90 m) (Figura 3); DP2 - condução de 3 hastes com 2 desponetes, na altura de 0,8 m (20/12/2019) e 15 cm após o último arame (Figura 4); e PD – poda drástica em 20/12/2019 e condução de 3 hastes com desponete 15 cm após o último arame (Figura 5). O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com os tratamentos arranjados em parcelas subdivididas (cultivares como parcela principal e sistemas de poda como subparcelas), com quatro repetições e duas plantas por parcela.

Figura 1 – Amoreiras-preta ‘Tupy’ e ‘BRS Xingu’ em ambiente protegido 80 dias após o plantio (20/12/2019) após submetidas aos três sistemas de poda. Passo Fundo - 2019



Fonte: Alexandre Nienow (2019).

Figura 2 – Detalhe dos três sistemas de poda realizados na amoreira-preta ‘BRS Xingu’. Passo Fundo - 2019



Fonte: Alexandre Nienow (2019).

Figura 3 – Detalhe da amoreira-preta ‘BRS Xingu’ 80 dias após o plantio no sistema de poda DP1, que seria despontada 15 cm acima do último fio. Passo Fundo - 2019



Fonte: Alexandre Nienow (2019).

Figura 4 – Detalhe da amoreira-preta ‘BRS Xingu’ 80 dias após o plantio no sistema de poda DP2, após o primeiro desponste a 0,8 m do solo. Passo Fundo - 2019



Fonte: Alexandre Nienow (2019).

Figura 5 – Detalhe da amoreira-preta ‘BRS Xingu’ 80 dias após o plantio no sistema de poda drástica (PD). Passo Fundo - 2019



Fonte: Alexandre Nienow (2019).

3.3 Instalação dos pomares e controle fitossanitário

Em ambiente protegido, as mudas foram plantadas em 02 de outubro de 2019, no espaçamento de 0,70 m entre plantas e 2,00 m entre linhas (7.143 plantas/ha), com sistema de irrigação por gotejamento (Figura 6). O plantio das mudas no campo foi realizado em julho de 2018, com espaçamento entre plantas de 0,80 m, em fila única, sem irrigação automatizada (Figura 7). As plantas foram conduzidas no sistema em espaldeira simples (não em T), com altura de 1,70 m e quatro fios de arame equidistantes entre si. Com base na interpretação dos resultados da análise química do solo, e nas indicações que constam no manual de calagem e adubação, foi realizada a correção com calagem, fósforo e potássio. No cultivo em ambiente protegido foi utilizado como cobertura vegetal viva nas entrelinhas o amendoim forrageiro (*Arachis pintoi*). Tratamentos fitossanitários para o controle de pulgões foram realizados apenas durante a fase de crescimento vegetativo das hastes, nas condições de ambiente protegido.

Figura 6 - Vista da estufa de cultivo de amoreira-preta em ambiente protegido, em abril de 2020 (8 meses após o plantio). Passo Fundo – 2020



Fonte: Alexandre Nienow (2020).

Figura 7 - Vista do cultivo de amoreira-preta à campo em 2020. Passo Fundo - 2020



Fonte: Imagem da autora (2019).

3.4 Procedimentos de poda

As plantas foram conduzidas, inicialmente, com uma haste, oriunda do sistema radicial da muda, despontada cerca de 40 cm do solo, para formar as três hastes que foram conduzidas até o último arame. Os despontes das hastes principais em altura visaram, além da contenção do crescimento excessivo, estimular brotações secundárias (laterais). Para todos os tratamentos foi realizado o desponte 15 cm após o último arame, na medida que as hastes alcançavam, pelo menos, em torno de 25 cm acima. Os tratamentos de poda diferiram pelo fato de que, no DP1, este foi o único desponte realizado, enquanto que em DP2 procedeu-se, 80 dias após o plantio (20/12/2019), um desponte a 0,8 m, e no tratamento PD (poda drástica), na mesma data, o rebaixamento das hastes na altura média de 5 cm do solo.

Para evitar o excessivo crescimento, os ramos secundários (laterais às três hastes principais), quando emitidos no sentido da linha de plantio, foram despontados mantendo de a 15 a 20 cm, com 3 a 5 gemas, conforme a distância entre gemas. As brotações no sentido da entrelinha foram podadas com 10 a 15 cm (Figura 8). Estas podas foram realizadas mensalmente, nos dias 15/01, 13/02, 17/03 e 16/04/2020, repetindo após o rebrote dos ramos secundários podados.

Figura 8 – Vista das plantas antes da poda de encurtamento dos ramos secundários (A) e após (B); desponste acima do último arame (C) e dos ramos laterais (D), feito sempre que necessário. Passo Fundo - 2020



Fonte: Alexandre Nienow (2020).

A dificuldade observada em ocorrer a queda natural das folhas durante o período hibernar, principalmente nas condições de ambiente protegido, exigiu proceder a eliminação com tesoura no início de setembro (02/9), quando as gemas encontravam-se em fase de inchamento para a emissão de novas brotações (Figura 9). Nas amoreiras cultivadas à campo, mais expostas às condições de baixa temperatura, a queda de folhas ocorreu naturalmente.

Figura 9 – Cultivares de amoreira-preta com a presença de folhas no período hibernal (agosto de 2020) (A) e após a desfolha com tesoura (B). Passo Fundo - 2020

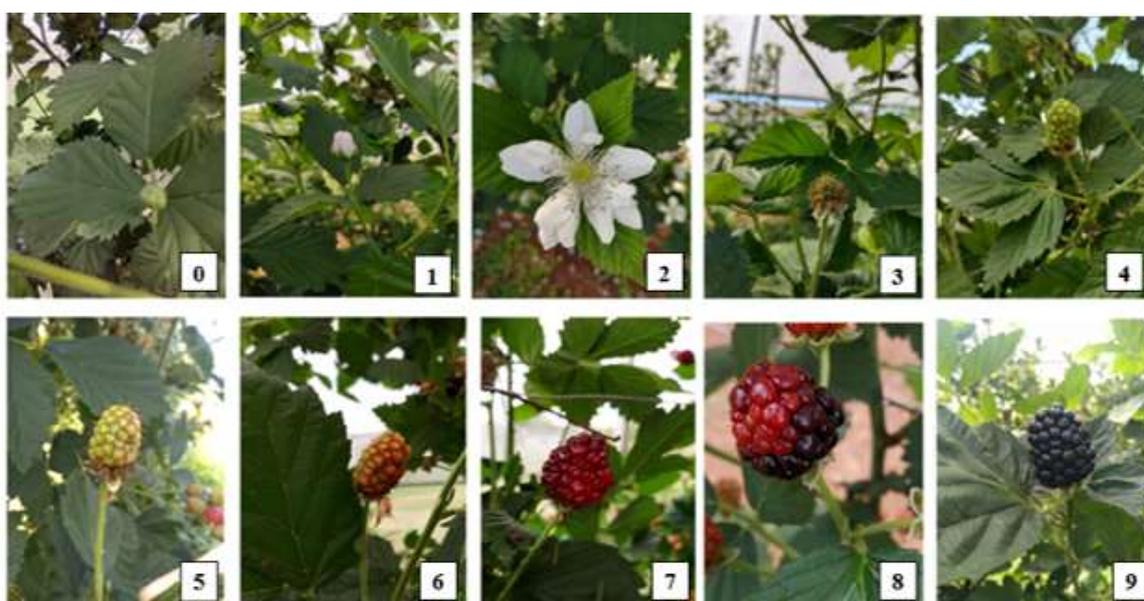


Fonte: Alexandre Nienow (2020).

3.5 Variáveis analisadas

Na pesquisa foi avaliada a safra 2020, ou seja, a primeira safra após o plantio em ambiente protegido e segunda no campo. A caracterização fenológica foi realizada de acordo com a escala fenológica proposta por Antunes (1999), apresentada na Figura 10. As avaliações foram realizadas em plantas cultivadas em ambiente protegido e a campo, sendo realizadas a cada 2 ou 3 dias para determinar: a data de início da brotação; as datas de início e final de cada estágio fenológico, desde o início da emissão dos botões florais (estádio 0) até os frutos maduros (estádio 10), e a duração de cada estágio; o intervalo de tempo entre o início da brotação e a abertura das flores (estádio 2), e do início do estágio 2 ao início da colheita (estádio 9); a duração da floração e da colheita.

Figura 10 – Imagens dos estádios fenológicos da amoreira-preta registrados durante a pesquisa (A), de acordo com Antunes (1999) (B): 0 – Botão fechado; 1 – Botão aberto; 2- Flor aberta; 3- Perda de pétalas; 4 – Inchamento dos frutos com restos florais; 5 – Inchamento dos frutos sem restos florais; 6 – Mudança de verde para avermelhada; 7 – Totalmente vermelha; 8- Início do escurecimento dos frutos; 9 – Totalmente preta. Passo Fundo – 2020



Fonte: Imagem da autora.



Fonte: Antunes (1999)

O desenvolvimento vegetativo e produção foram avaliadas somente nas plantas cultivadas em ambiente protegido. O efeito dos tratamentos de desponete em altura foi determinado mediante a contagem do número de ramos secundários formados. A capacidade produtiva foi avaliada a partir da determinação das seguintes variáveis: número de frutos produzidos por planta, realizada a contagem dos frutos ainda verdes; diâmetros longitudinal e transversal dos frutos, obtido com o uso de um paquímetro digital (0-150mm/6) marca Vonder® (Figura 11A), determinado a partir de amostras de

20 frutos por planta, coletados quando apresentavam coloração totalmente preta, colhidos aleatoriamente; massa média dos frutos, pesada as amostras em balança analítica (Figura 11B); produção por planta, determinada a partir da multiplicação do número pela massa média dos frutos; produtividade por hectare, multiplicando a produção por planta por 7.143 plantas (0,7 x 2,0 m); e produtividade por 500 m², considerando o cultivo em uma estufa de 10 x 50 m.

Figura 11 – Determinação dos diâmetros dos frutos de amoreira-preta a partir de uma amostra de 20 frutos por planta e uso de paquímetro (A), e da massa média dos frutos mediante pesagem das amostras em balança analítica (B). Passo Fundo - 2020



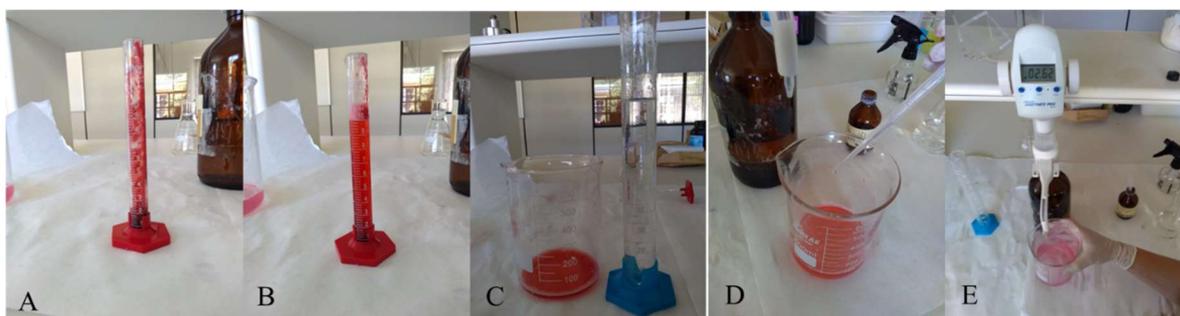
Fonte: Imagens da autora (2020).

As mesmas amostras de 20 frutos foram utilizadas para determinar as características químicas qualitativas, conforme recomendações de INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008). Para avaliar o teor de SST, os frutos foram macerados e utilizado 3 gotas de suco para leitura em refratômetro digital modelo N-IE, com os resultados expressos em °Brix. A ATT foi determinada por titulometria de neutralização, com diluição de 2 mL de suco (Figura 12A) em 98 mL de água destilada (Figuras 12B e 12C), três gotas de fenolftaleína como indicador (Figura 12D) e titulação com hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N, em bureta digital (Digitrate PRO[®]) (Figura 12E). As amostras

foram tituladas até a coloração roxo-violeta. A relação SST/ATT foi obtida pelo quociente das determinações. Os teores de ATT foram expressos em percentual de ácido cítrico, conforme fórmula abaixo:

$ATT (\% \text{ de ácido cítrico}) = (V \times 0,64) / P$; onde: V = volume de NaOH gasto na titulação; P = massa de amostra utilizada; e 0,64 = fator de conversão para ácido cítrico.

Figura 12 – Determinação da acidez total titulável (ATT) a partir de 2 mL de suco dos frutos de amoreira-preta (A); diluição em 98 mL de água (B e C); adição de 3 gotas de fenolftaleína como indicadora da neutralização (D) e titulação com NaOH 0,1 N (E). Passo Fundo - 2020



Fonte: Imagens da autora (2020).

3.6 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as diferenças entre médias comparadas pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico Sisvar (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A avaliação do comportamento fenológico, a partir da brotação até o final da colheita, foi realizado por observação visual do conjunto de plantas de cada cultivar, sem considerar os tratamentos de poda, visto que os mesmos não exerceram efeito percebido.

Conforme apresentado na Tabela 1, representado graficamente nas Figuras 13 e 14, o início da brotação no cultivo em ambiente protegido ocorreu em 05/9 para a ‘BRS Xingu’ e cerca de uma semana após (11/9) na ‘Tupy’. No campo, as duas cultivares iniciaram a brotação na mesma data, em 02/9, pouco antes da ‘BRS Xingu’ em ambiente protegido. Embora a antecipação não tenha sido muito acentuada, de 3 a 9 dias dependendo da cultivar, o ocorrido pode ser explicado pelo mais rápido acúmulo de horas de frio no campo, que foi de $147 \text{ h} \leq 7,0 \text{ }^\circ\text{C}$ e $599,9 \leq 13 \text{ }^\circ\text{C}$ (Apêndice II), oportunizando condições hormonais para iniciar a brotação com a elevação da temperatura. Outro fator importante para tal fato, pode estar relacionado com a queda das folhas, que no campo ocorreu mais cedo, de forma natural, diferentemente do ambiente protegido, que foi realizado desfolhe manual.

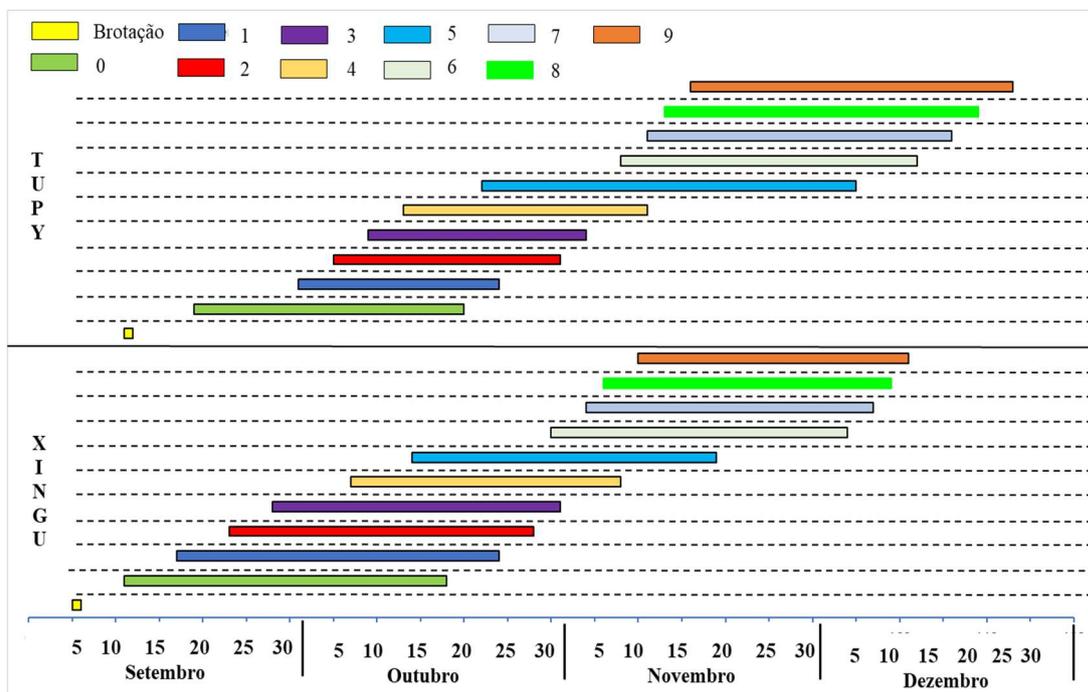
Na ‘Tupy’, a duração de cada estágio fenológico variou entre 23 e 43 dias em ambiente protegido, e entre 29 e 40 dias no campo, sendo que para todos os estádios o tempo de duração foi maior nas condições de campo. Na ‘BRS Xingu’ cada estágio apresentou duração variando de 31 a 44 dias em ambiente protegido e de 33 a 40 dias no campo, com duração maior também na condição de campo para seis dos dez estádios avaliados.

Tabela 1- Período e duração dos estádios fenológicos das cultivares de amoreira-preta Tupy e BRS Xingu cultivadas em ambiente protegido e à campo. Passo Fundo - 2020

Estádios Fenológicos	Tupy				BRS Xingu			
	Ambiente protegido		Campo		Ambiente protegido		Campo	
	Período	Dia	Período	Dia	Período	Dia	Período	Dias
Brotação	11/9...	-	02/9...	-	05/9...	-	02/9...	-
0	19/09-17/10	29	08/9-19/10	42	11/9-17/10	37	10/9-19/10	40
1	01-23/10	23	25/09-23/10	29	17/09-23/10	37	19/09-23/10	35
2	05-30/10	26	30/09-30/10	31	23/09-27/10	35	23/09-27/10	35
3	10/10-03/11	25	03/10-03/11	32	28/09-30/10	33	27/09-03/11	38
4	23/10-04/12	28	07/10-08/11	33	07/10-06/11	31	30/09-06/11	38
5	12/10-30/11	43	12/10-30/11	50	14/10-24/11	44	14/10-17/11	35
6	08/11-10/12	33	31/10-08/12	39	30/10-02/12	34	23/10-28/11	37
7	11/11-15/12	35	03/11-12/12	40	03/11-05/12	33	27/10-02/12	37
8	13/11-18/12	36	06/11-14/12	39	06/11-08/12	33	03/11-05/12	33
9	16/11-21/12	36	08/11-16/12	39	10/11-10/12	31	06/11-08/12	33
Média		31		37		35		36

Legenda: Estádios fenológicos 0 – Botão fechado; 1 – Botão aberto; 2- Flor aberta; 3- Perda de pétalas; 4 – Inchamento dos frutos com restos florais; 5 – inchamento dos frutos sem restos florais; 6 – Mudança de verde para avermelhada; 7 – Totalmente vermelha; 8- Início do escurecimento dos frutos; 9 – Totalmente preta.

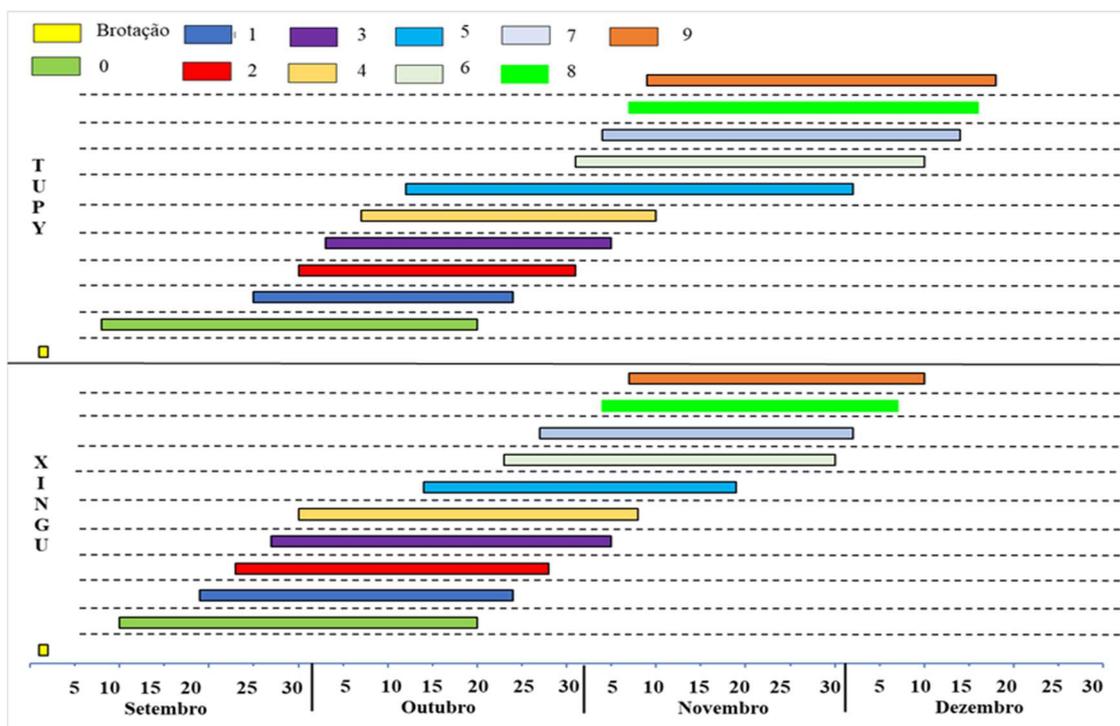
Figura 13 – Duração dos estágios fenológicos das cultivares de amoreira-preta Tupy e BRS Xingu cultivadas em ambiente protegido. Passo Fundo - 2020



Fonte: Autora (2020).

Legenda: 0 – Botão fechado; 1 – Botão aberto; 2- Flor aberta; 3- Perda de pétalas; 4 – Inchamento dos frutos com restos florais; 5 – Inchamento dos frutos sem restos florais; 6 – Mudança de verde para avermelhada; 7 – Totalmente vermelha; 8- Início do escurecimento dos frutos; 9 – Totalmente preta.

Figura 14 – Duração dos estágios fenológicos das cultivares de amoreira-preta Tupy e BRS Xingu cultivadas a campo. Passo Fundo - 2020



Fonte: Autora (2020).

Legenda: 0 – Botão fechado; 1 – Botão aberto; 2- Flor aberta; 3- Perda de pétalas; 4 – Inchamento dos frutos com restos florais; 5 – Inchamento dos frutos sem restos florais; 6 – Mudança de verde para avermelhada; 7 – Totalmente vermelha; 8- Início do escurecimento dos frutos; 9 – Totalmente preta.

Verificou-se, assim, que a condição de ambiente protegido proporcionou maior delimitação (encurtamento dos dias) entre o início e final de cada estágio, em relação ao cultivo a campo. As temperaturas médias, um pouco mais elevadas no interior do ambiente protegido (Apêndice I) nos meses de setembro a dezembro de 2020, podem justificar este comportamento. Relatos afirmam que o cultivo de espécies de clima temperado em condições distintas altera o comportamento fenológico, inicialmente influenciado por variações no acúmulo de frio no período de dormência e a ocorrências de geadas, e posteriormente pelo encurtamento dos estágios fenológicos em condições mais quentes, em função do desenvolvimento mais acelerado (CAMPAGNOLO; PIO, 2012b; NEIS et al., 2010; RADÜNZ et al., 2015).

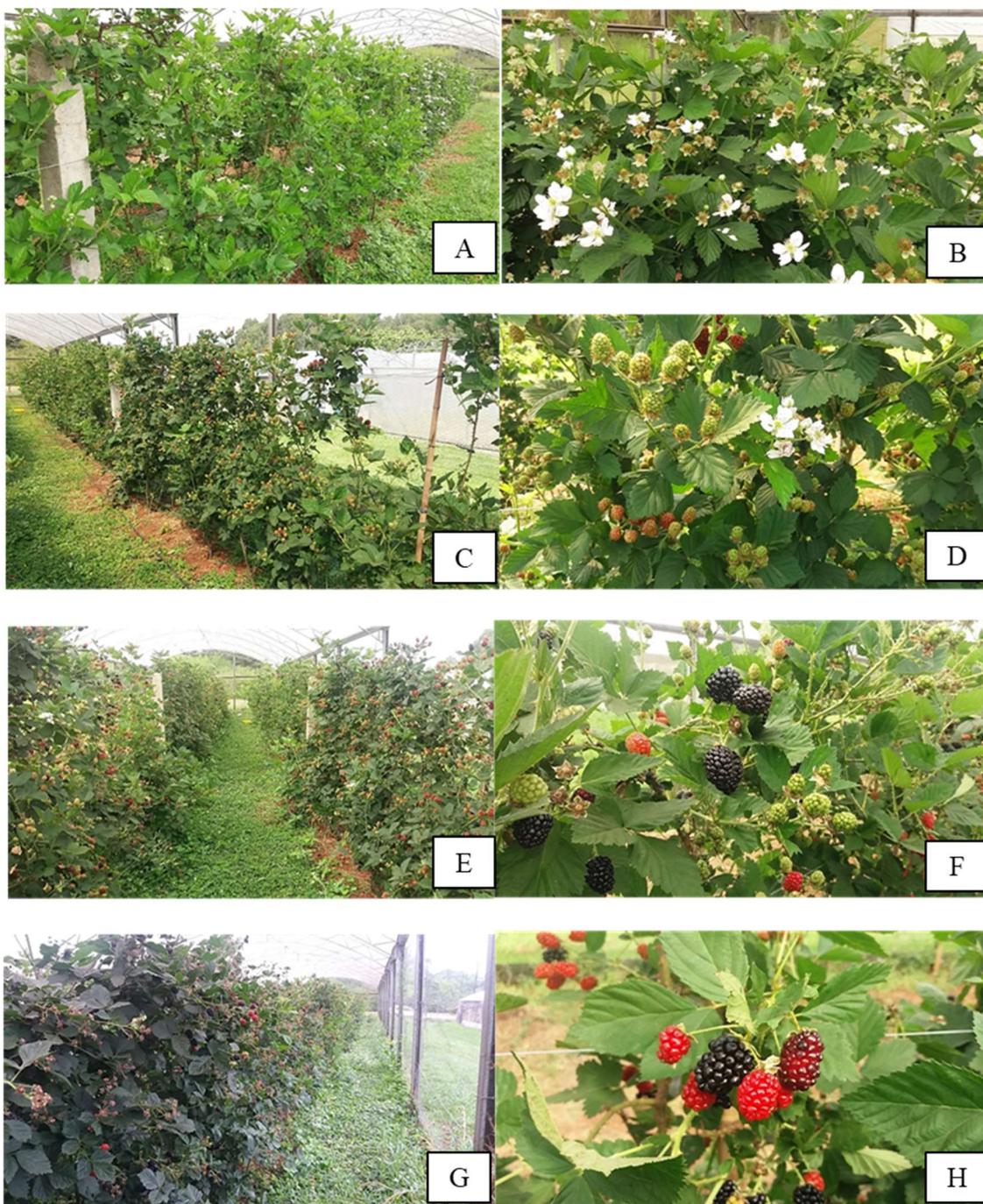
Esta característica de apresentar estádios de longa duração proporciona sobreposição dos mesmos, conforme pode ser verificado nas Figuras 13 e 14. Por exemplo, em ambiente protegido, a ‘Tupy’ apresentava durante o florescimento, em 15/10, simultaneamente, cinco estádios fenológicos em curso, desde o Estádio 0 (botão fechado) até o Estádio 4 (inchamento dos frutos com restos florais) (Figuras 15A e 15B); em 20/11, na fase inicial da colheita, cinco estádios, desde o Estádio 5 (inchamento dos frutos sem restos florais) até o Estádio 9 (frutos totalmente pretos) (Figuras 15E e 15F); e durante a colheita, em 02/12, a ocorrência dos quatro estádios, desde o Estádio 6 (mudança de verde para avermelhada) até o Estádio 9 (Figuras 15G e 15H). Condição semelhante ocorreu com a ‘BRS Xingu’, tanto em ambiente protegido como à campo, como pode ser observado nas Figuras 15C e 15D, quando em 08/11, durante a frutificação, houve a simultaneidade dos Estádios 4 (inchamento dos frutos com restos florais) ao 8 (início de escurecimento dos frutos).

O comportamento de sobreposição de estádios de floração e de colheita também foi observado por Curi et al. (2015), no município de Lavras, MG, cultivadas em clima tropical, e por Croge et al. (2016), no município de Cerro Azul, PR, em clima subtropical.

O tempo decorrido do início da brotação até o início da floração (Estádio 2 - flor aberta) foi menor para a ‘BRS Xingu’, tanto em ambiente protegido (18 dias) como no campo (22 dias), enquanto para a ‘Tupy’ foi de 25 dias e 29 dias, nas duas condições de cultivo, respectivamente. Portanto, apesar da brotação iniciar antes nas condições de campo, houve um encurtamento do tempo decorrido até o início da floração em ambiente protegido.

A duração da floração (Estádio 2) na ‘Tupy’ foi de 26 e 31 dias, nas condições de ambiente protegido (05/10 a 30/10) e à campo (30/9 a 30/10), respectivamente, e de 35 dias em ambas as condições na ‘BRS Xingu’ (23/9 a 27/10) (Tabela 1).

Figura 15- Vista do experimento em 15/10 durante o florescimento (A) e ocorrência simultânea dos estádios 0 a 4 na 'Tupy' (B); em 08/11, durante a frutificação (C) e ocorrência dos estádios 4 a 8 na 'BRS Xingu' (D); em 20/11, durante a colheita (E) e ocorrência dos estádios 5 a 9 na 'Tupy' (F); e em 02/12, durante a colheita (G) e ocorrência dos estádios 6 a 9 na 'Tupy' (H). Passo Fundo – 2020



Fonte: Imagens da autora (2020).

As variações fenológicas podem ser atribuídas aos fatores climáticos, como temperatura, precipitação e horas de frio, mas também à cada cultivar e ao manejo realizado (ANTUNES et al., 2014; FREITAS et al., 2015). Por exemplo, a ‘Tupy’, em região subtropical, conduzida no sistema de poda drástica de verão, teve a floração em setembro (TADEU et al., 2015), portanto mais precocemente do que verificado no presente trabalho, que a floração se concentrou praticamente em outubro. Por sua vez, Santos, C. (2018), em Curitiba, SC, nas condições de temperaturas médias mais baixas, relata que a plena floração da ‘Tupy’ foi alcançada na segunda semana de outubro, e na ‘BRS Xingu’ na segunda quinzena de setembro, semelhante ao verificado no presente estudo.

O período em que ocorreu a floração, de final de setembro até o final de outubro, pode ser considerado uma vantagem estratégica de cultivo da espécie em regiões de ocorrência de geadas tardias, se comparadas a outras espécies, como pessegueiros e videiras, por exemplo, de floração mais concentrada e normalmente em época mais sujeita à ocorrência de geadas. O longo período de floração também contribui para contornar este problema, impedindo a perda total da floração e da produção, caso as geadas ocorram no início do estágio de floração, que pode ter uma duração superior a 30 dias (‘Tupy’) ou 43 dias (‘BRS Xingu’), se considerarmos desde o início da abertura do botão floral (Estádio 1) até a queda das pétalas (Estádio 3)

O período entre o início do Estádio 2 (flor aberta) e o início da colheita (Estádio 9 – totalmente preta), para as cultivares BRS Xingu e Tupy em ambiente protegido, foi de 49 e 43 dias, e até o final da colheita de 79 e 78 dias, respectivamente. Nas condições de campo o tempo entre o início da floração e da colheita foi de 45 e 40 dias, e até o final da colheita de 77 e 78 dias, para as cultivares BRS Xingu e Tupy, respectivamente. Portanto, a duração deste período para as duas cultivares, foi muito próxima.

Em ambiente protegido, o tempo de colheita foi praticamente uma semana maior para a ‘Tupy’ (36 dias), em relação à ‘BRS Xingu’ (30 dias). A ‘BRS Xingu’ iniciou a safra uma semana mais cedo (10/11) que ‘Tupy’ (16/11), mas a ‘Tupy’ estendeu a colheita

até 11 dias após a ‘BRS Xingu’, respectivamente até 21/12 e 10/12. Portanto, considerando as duas cultivares, a colheita teve a duração de 42 dias (10/11 a 21/12). Diferentemente do observado em ambiente protegido, a campo o início de safra foi muito próximo para as duas cultivares, em 06/11 para ‘BRS Xingu’ e em 08/11 para ‘Tupy’, mas ‘Tupy’ manteve praticamente uma semana a mais de colheita, pois o final da colheita para ‘BRS Xingu’ foi em 08/12 e para ‘Tupy’ em 16/12. Considerando as duas cultivares, a duração da colheita foi de 41 dias, a mesma que em ambiente protegido, de 06/11 a 16/12. Da mesma forma que ocorreu em ambiente protegido, o período de colheita foi praticamente uma semana maior para a ‘Tupy’ (39 dias) em relação à ‘BRS Xingu’ (33 dias).

As épocas de colheita assemelham-se aos encontrados em outros trabalhos. Raseira, Santos e Barbieri (2004) relatam, nas condições de Pelotas, RS, que a safra iniciou em meados de novembro. Para Antunes et al. (2010), também em Pelotas, em sistema agroecológico, a ‘Tupy’ apresentou início da colheita em novembro, mesmo momento verificado por Hussain et al. (2016), em Londrina, PR, com início da colheita em novembro (05/11) e duração de 49 dias.

Para Santos, S. (2018), em Curitiba, SC, o início da colheita para a cultivar ‘BRS Xingu’ ocorreu na primeira quinzena de novembro, estendendo-se por 48 dias, semelhante aos resultados encontrados por Calai (2020), no município de Cerro Largo, RS, que teve início em 06/11, com duração de 42 dias. Os tempos de colheita para esta cultivar foram maiores que no presente trabalho, tanto em campo como em ambiente protegido.

Os resultados demonstram que, embora em condições de cultivo diferenciadas, o comportamento fenológico apresenta diferenças menos acentuadas do que poderia ser esperado. A razão pode ser atribuída ao fato de o cultivo protegido não ter ocorrido em uma estufa com cortinas móveis, condição que permitiria o fechamento parcial, com possível alteração mais significativa das condições microclimáticas, em especial das temperaturas a partir de setembro (Apêndice I).

Comparando os sistemas de poda e cultivares, a análise de variância demonstrou que não houve interação significativa destes dois fatores para nenhuma das variáveis analisadas (Apêndices III, IV, V e VI).

O número de ramos secundários, ou seja, de brotações laterais às três hastes primárias deixadas por planta, diferiu entre as cultivares e por efeito do sistema de poda adotado (Apêndice III e Tabela 2). Maior número de brotos foi obtido em plantas da cultivar Tupy e, para as duas cultivares, o tratamento DP1, com apenas um desponte 15 cm acima do último arame da espaldeira, foi suficiente para induzir maior brotação, dispensando a poda intermediária, realizada no tratamento DP2.

Tabela 2 – Número de ramos secundários induzidos pelos tipos de poda e de frutos nas cultivares de amoreira-preta Tupy e BRS Xingu submetidas a três sistemas de poda em ambiente protegido. Passo Fundo - 2020

Cultivares	Nº de ramos secundários	Nº de frutos por planta
Tupy	20,3 a ²	338 ns ³
BRS Xingu	15,2 b	412
Sistemas de poda ¹		
DP1	23,8 a	416 a
DP2	18,1 b	386 a
PD	11,4 c	324 b
Média	17,8	375
C.V. ⁴ parcela (%)	15,31	27,26
C.V. subparcela (%)	22,11	12,93

¹ Sistemas de poda: DP1 - condução de 3 hastes com desponte 15 cm após o último arame; DP2 - condução de 3 hastes com 2 despontes, na altura de 0,8 m do solo e 15 cm após o último arame; e PD – poda drástica a 5 cm do solo e condução de 3 hastes com desponte 15 cm após o último arame.

² Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

³ ns – diferenças não significativas pelo teste F a 5% de probabilidade de erro

⁴C.V. – Coeficiente de variação

O emprego do sistema de poda drástica (PD), realizada em final de dezembro, proporcionou menor número de brotações secundárias, mesmo procedendo o desponte das hastes 15 cm após o último arame, como nos demais tratamentos, porém mais tardiamente. Nos tratamentos DP1 e DP2, todas as hastes haviam sido despontadas após o último arame em meados de fevereiro, enquanto com a PD foi possível atingir 100% de

hastes despontadas somente em meados de março. Nesse caso é necessário considerar que as plantas eram jovens, com apenas 80 dias do plantio, portanto com sistema radicial ainda em desenvolvimento. Assim, mesmo apresentando brotações de vigor satisfatório, não foi possível o desponte mais cedo. É possível admitir que, em plantas mais adultas, a partir do segundo ano, a resposta possa ser mais promissora.

O número de frutos produzidos por planta não diferiu entre as cultivares e foi mais elevado com as podas DP1 e DP2 (Apêndice III e Tabela 2), que não apresentaram diferenças entre si, embora DP1 tenha proporcionado maior número de ramos secundários. O número de frutos produzidos pela ‘Tupy’ foi semelhante ao obtido (358 frutos por planta) em trabalho de poda conduzido no oeste do Paraná (ROTILLI et al., 2019).

O menor número de frutos com a PD pode ser atribuído ao menor desenvolvimento das plantas, como já comentado, mas não pode ser descartada, também, a influência do menor armazenamento de fotoassimilados, diretamente relacionados com a produção (VILLA et al., 2014), embora o tempo decorrido entre a parada do crescimento (final de abril) e o início da brotação, em início de setembro, permitisse a continuidade do acúmulo, uma vez que houve retenção das folhas durante o outono/inverno.

A princípio, era objetivo da pesquisa e esperado que o maior número de ramos secundários, como obtido no sistema DP1 e, portanto, com maior número de gemas, apresentassem plantas com maior número de frutos, o que não foi verificado em relação ao sistema DP2. Assim, o resultado se justifica, possivelmente, pela compensação na quantidade de flores e a frutificação nas brotações originadas diretamente das gemas presentes nas hastes primárias. Este comportamento pode ser confirmado ao verificar que, embora o sistema PD tenha apresentado, praticamente, 50% do número de ramos secundários formados no sistema DP1, o número de frutos foi menor em 22,1%.

Os resultados demonstram, portanto, que os despontes nas hastes primárias acima do último arame são importantes para aumentar o número de ramos secundários, mas a

elevada brotação das gemas presentes nas hastes primárias é fundamental para se obter alta carga de frutos.

A comercialização *in natura* de amora-preta requer a oferta de frutos maiores e mais atrativos. Deste modo, o diâmetro e o comprimento dos frutos são atributos importantes (SANTOS, P., 2018). Neste trabalho, o tamanho dos frutos (diâmetro longitudinal e transversal) não diferiu por efeito das cultivares e dos sistemas de poda (Apêndice IV e Tabela 3), com médias de 24,8 mm e 20,7 mm, respectivamente. Porém, a massa média foi mais elevada nos frutos produzidos pela cultivar Tupy, talvez em resposta à tendência, não confirmada estatisticamente, de apresentar frutos com comprimento um pouco maior. Também foi possível constatar, durante a colheita manual e pelos danos aos frutos na embalagem, que a consistência dos frutos da ‘Tupy’ era maior que da ‘BRS Xingu’, o que pode ter influenciado a massa média.

Tabela 3 – Diâmetro longitudinal e transversal, e massa média dos frutos das cultivares de amoreira-preta Tupy e BRS Xingu submetidas a três sistemas de poda em ambiente protegido. Passo Fundo - 2020

Cultivares	Diâmetro longitudinal dos frutos (mm)	Diâmetro transversal dos frutos (mm)	Massa média dos frutos (g)
Tupy	25,1 ^{ns3}	20,7 ^{ns}	8,3 a ²
BRS Xingu	24,6	20,8	6,9 b
Sistemas de poda ¹			
DP1	25,3 ^{ns}	20,7 ^{ns}	7,7 ^{ns}
DP2	24,4	20,9	7,6
PD	24,7	20,7	7,5
Média	24,8	20,7	7,6
C.V. ⁴ parcela (%)	4,55	3,86	12,97
C.V. subparcela (%)	4,08	3,40	6,24

¹ Sistemas de poda: DP1 - condução de 3 hastes com desponte 15 cm após o último arame; DP2 - condução de 3 hastes com 2 despontes, na altura de 0,8 m do solo e 15 cm após o último arame; e PD – poda drástica a 5 cm do solo e condução de 3 hastes com desponte 15 cm após o último arame.

² Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

³ ns – diferenças não significativas pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

⁴C.V. – Coeficiente de variação

Em cultivos a campo, outros autores também não observaram diferenças quanto ao tamanho dos frutos, como Calai (2020), em Cerro Largo, RS, com a ‘BRS Xingu’, ao testar a condução de diferente número de hastes por planta e obter tamanhos que variaram entre 19,8 e 21,5 mm, semelhante aos obtidos no presente trabalho, e Santos et al. (2020), em Morro Redondo, RS, ao testar diferentes épocas de poda na ‘Tupy’.

No campo, o índice pluviométrico influencia diretamente na produção, devido a maior quantidade de água disponível e absorção pela planta, ocasionando a turgescência das células e, conseqüentemente, aumentando a massa média dos frutos (AMARAL et al., 2020). Salienta-se, assim, a importância do uso de irrigação no sistema de cultivo, como realizado em ambiente protegido.

Alguns trabalhos, mesmo a campo, comprovam a importância da disponibilidade hídrica para se obter frutos de maior massa fresca. No presente trabalho, com irrigação, a massa fresca dos frutos da ‘Tupy’ foi de 8,3 g, próximo do encontrado por Segantini et al. (2014), em São Manuel, SP, onde o uso da irrigação proporcionou frutos com massa fresca de 8,6 a 9,8 g. As plantas não irrigadas apresentaram frutos com menor massa, de 6,4 a 9,0 g. Sem o uso de irrigação, a massa média dos frutos da cultivar ‘Tupy’ variaram de 3,2 a 7,5 g, conforme relatado por Souza (2018), em Pelotas, RS, em sistema orgânico. Brugnara (2016), em Chapecó, SC, obteve frutos de ‘Tupy’ com 6,6 g.

A produção por planta e a produtividade, considerando a densidade de 7.143 plantas/ha, não diferiu entre as cultivares. Os sistemas de poda DP1 e DP2 proporcionaram os melhores resultados (Apêndice V e Tabela 4), em concordância com o que foi verificado para o número de frutos por planta (Tabela 2), com produção entre 2,84 e 3,18 kg/planta¹, e produtividade entre 20.277 e 22.687 kg/ha, considerada, por se tratar da primeira safra após o plantio, uma excelente produção.

A apresentação da produtividade em 500 m² (Tabela 4) tem o propósito de simular a condição de cultivo em uma estufa de 10 x 50 m. Caso o produtor desejasse agregar valor a sua produção e destinasse os frutos diretamente ao consumidor final por um valor médio

de R\$ 12,00 o quilograma, a renda bruta em 500 m² poderia alcançar entre R\$ 12.168,00 e R\$ 13.608,00, considerando a produtividade dos dois sistemas de poda que apresentaram os melhores resultados.

Tabela 4 – Produção por planta e produtividade (por hectare e em 500 m²) de frutos das cultivares de amoreira-preta Tupy e BRS Xingu submetidas a três sistemas de poda em ambiente protegido. Passo Fundo - 2020

Cultivares	Produção por planta (kg)	Produtividade (kg/ha)	Produtividade em 500 m ² (kg)
Tupy	2,79 ^{ns3}	19.923 ^{ns}	996 ^{ns}
BRS Xingu	2,84	20.274	1.014
Sistemas de poda ¹			
DP1	3,18 a ²	22.687 a	1.134 a
DP2	2,84 a	20.277 a	1.014 a
PD	2,43 b	17.331 b	867 b
Média	2,81	20.099	1.005
C.V. ⁴ parcela (%)	22,41	22,41	22,41
C.V. subparcela (%)	13,09	13,09	13,09

¹ Sistemas de poda: DP1 - condução de 3 hastes com desponte 15 cm após o último arame; DP2 - condução de 3 hastes com 2 despontes, na altura de 0,8 m do solo e 15 cm após o último arame; e PD – poda drástica a 5 cm do solo e condução de 3 hastes com desponte 15 cm após o último arame.

² Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

³ ns – diferenças não significativas pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

⁴C.V. – Coeficiente de variação

Em relação ao desempenho produtivo da ‘Tupy’, até então a mais cultivada mundialmente, vários trabalhos têm revelado resultados promissores. Santos et al. (2020) avaliaram um pomar que se encontrava com 15 anos de idade, em espaldeira com dois fios de arame, no espaçamento 2,5 m x 0,7 m, sem o uso de irrigação, e obtiveram produtividades que variaram entre as três épocas de poda de 11.715 a 15.830 kg/ha, ou seja, inferiores aos obtidos no sistema de produção estabelecido em ambiente protegido nesta pesquisa, com maior densidade de plantio e irrigação.

Outros trabalhos revelam produtividades inferiores às obtidas em ambiente protegido no presente trabalho. Curi et al. (2015), em Lavras, MG, em pesquisa com as

plantas conduzidas no sistema de espaldeira em “T”, no espaçamento de 3,0 m x 0,5 m, obtiveram produtividade de 13.832 kg/ha na cultivar Tupy. Oliveira et al. (2017), em Diamantina, MG, em sistema de espaldeira com dois fios e espaçamento de 2,5 m x 0,8, alcançaram baixa produtividade na cv ‘Tupy’, de apenas 4,3 t ha⁻¹ e 3,0 t/ha nas safras 2014/15 e 2015/16, respectivamente. Com relação ao desempenho produtivo da ‘BRS Xingu’, Oliveira (2017), em Pelotas, no sistema orgânico, obteve produtividade na primeira safra de 5.400 kg/ha. Amaral et al. (2020), em Vacaria, RS, no espaçamento de 4,0 m x 0,5 m, sem a utilização de irrigação, obteve com a ‘BRS Xingu’ a produtividade de 16,9 t/ha, superior a ‘Tupy’, com 13,5 t/ha.

Os teores de SST, ATT e a relação SST/ATT dos frutos diferiram apenas entre as cultivares, não exercendo efeito o sistema de poda (Apêndice 6 e Tabela 5). Os frutos da ‘Tupy’ apresentaram menor teor de SST, mas também menor porcentagem de ácidos (ATT), resultando em frutos de maior relação SST/ATT (Apêndice VI e Tabela 5), de melhor sabor. Ainda, conforme comentado anteriormente, a consistência dos frutos desta cultivar se mostrou mais firme por ocasião da colheita, propiciando menos danos no manuseio e maior tempo em condições satisfatórias para a comercialização *in natura*.

Quanto às características químicas dos frutos, outros autores afirmam não ter encontrado diferença significativa entre os manejos de poda testados. Jara et al. (2020) avaliaram épocas de poda na ‘Tupy’ e obtiveram teores de SST entre 4,98 a 6,30 °Brix, e ATT variando de 0,86 a 1,03% de ácido cítrico. Para Santos et al. (2020), o teor de SST nos frutos da ‘Tupy’ não diferiu entre as épocas de poda (8,0 a 8,6 °Brix). Villa et al. (2014) submeteram a ‘Tupy’ ao manejo de poda convencional e poda drástica, e obtiveram frutos com 8,06 a 8,13 °Brix. Esses resultados estão em acordo com os parâmetros definidos para a cultivar por Antunes e Raseira (2004), de 8 a 9 °Brix. Em relação a ‘BRS Xingu’, Calai (2020) obteve frutos com teores que variaram de 8,77 a 9,85 °Brix. Os resultados encontrados pelos autores são semelhantes ou até inferiores aos obtidos neste trabalho, que foi, em média, de 9,0 °Brix para a ‘Tupy’ e de 10,7 °Brix para a ‘BRS Xingu’.

Tabela 5 – Sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e relação SST/ATT dos frutos das cultivares de amoreira-preta Tupy e BRS Xingu submetidas a três sistemas de poda em ambiente protegido. Passo Fundo - 2020

Cultivares	SST (°Brix)	ATT (% de ácido cítrico)	SST/ATT
Tupy	9,0 b ²	1,29 b	8,66 a
BRS Xingu	10,7 a	1,80 a	5,22 b
Sistemas de poda ¹			
DP1	9,6 ^{ns3}	1,57 ^{ns}	6,43 ^{ns}
DP2	10,1	1,63	6,84
PD	10,1	1,43	7,56
Média	9,9	1,54	6,94
C.V. parcela (%)	8,01	17,35	24,81
C.V. subparcela (%)	8,83	22,17	26,57

¹ Sistemas de poda: DP1 - condução de 3 hastes com desponte 20 cm após o último arame; DP2 - condução de 3 hastes com 2 despontes, na altura de 1 m do solo e 20 cm após o último arame; e PD – poda drástica a 5 cm do solo e condução de 3 hastes com desponte 20 cm após o último arame.

² Médias seguidas de mesma letra não diferem pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

³ ns – diferenças não significativas pelo teste F a 5% de probabilidade de erro.

C.V – Coeficiente de variação

Com relação a ATT dos frutos, distintos resultados podem ocorrer de acordo com a safra e o local de cultivo, envolvendo questões climáticas. Jacques (2009) relata que o teor de ATT nos frutos da ‘Tupy’, em Pelotas, RS, foi de 0,11% de ácido cítrico, enquanto para Mota (2006), em Poços de Caldas, MG, foi de 1,33%, o que evidencia a influência dos fatores local e clima de cultivo. Ainda, para a ‘Tupy’, Villa et al. (2020) encontraram o teor de 1,25%, e Lameiro et al. (2019) de 1,15% de ácido cítrico, próximos do encontrado para a cultivar neste trabalho (1,29%). Quanto à ATT dos frutos da ‘BRS Xingu’, Brilharva et al. (2016) obteve frutos com 1,16 % e Calai (2020) de 1,01 a 1,26%, em função do número de hastes Estes valores são inferiores aos determinados nos frutos desta cultivar no trabalho (1,80% de ácido cítrico).

A relação SST/ATT é utilizada como parâmetro de medição do balanço ácido-doce da fruta, que define o sabor e possibilita a destinação mais adequada para os consumidores (SOLER; BIASI, 2020; SOUZA, 2018). Neste trabalho foi encontrada a

relação SST/ATT de 8,66 para a ‘Tupy’, valor superior aos encontrados por distintos autores. Campagnolo e Pio (2012b) determinaram a relação de 5,6, Brugnara (2016) de 7,09 e Croge et al. (2019) de 6,4. Já o resultado obtido para a ‘BRS Xingu’ neste trabalho foi de 5,22, inferior ao relatado por Calai (2020), que variam de 7,63 a 8,42.

Os resultados demonstram que o cultivo em ambiente protegido é capaz de proporcionar elevadas produtividades de frutos de alta qualidade, decorrente das mudanças microclimáticas, que envolvem a incidência de luz e a temperatura média um pouco mais elevada, mas principalmente por evitar o molhamento dos frutos pelas chuvas, reduzindo danos e perdas na colheita, e a diluição do açúcar e exigir o controle da disponibilidade via irrigação por gotejamento. Adicionalmente, evita danos por geadas tardias e granizo, bem como reduz as condições para a ocorrência de doenças.

O cultivo da amoreira-preta em ambiente protegido é uma tecnologia que pode gerar renda na pequena propriedade rural, em especial quando o produto se destina, em sua maior parte, à venda diretamente ao consumidor final, em embalagens apropriadas e com excelente apresentação visual, de modo a agregar valor ao produto.

5 CONCLUSÃO

a) A condição de ambiente protegido proporciona menor duração de cada estágio fenológico que no cultivo a campo, e ‘BRS Xingu’ apresenta estágios de maior duração que ‘Tupy’ nos dois agroecossistemas.

b) A prolongada duração dos estágios proporciona a sobreposição de até cinco a seis estágios fenológicos no mesmo período.

c) O período de colheita é praticamente uma semana maior na ‘Tupy’, com término após a ‘BRS Xingu’, o que permite estender a oferta da fruta no mercado.

d) Maior formação de ramos secundários é verificado na ‘Tupy’ e, para as duas cultivares, o tratamento de poda com apenas um desponte 15 cm acima do último arame é suficiente para induzir maior formação destes ramos.

e) O sistema de poda drástica atrasa o crescimento e a realização do desponte das hastes, com redução da emissão de ramos secundários e produção.

f) Os despontes nas hastes primárias acima do último arame são importantes para aumentar o número de ramos secundários, mas a elevada brotação das gemas das hastes primárias é fundamental para se obter maior carga de frutos.

g) Sem diferir quanto à produtividade, mas por apresentar frutos de maior massa média, menor ATT e maior relação SST/ATT, a ‘Tupy’ se mostra com melhor desempenho agrônômico que ‘BRS Xingu’ e, portanto, é mais recomendada.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa se propôs a investigar o uso de uma tecnologia inovadora, que é a do cultivo em ambiente protegido da amoreira-preta. A tecnologia necessita de informações a serem geradas por sucessivos estudos sobre cultivares e sistemas de poda, e obviamente outros temas, mas neste trabalho já demonstrou ser possível oferecer aos consumidores um produto de excelente qualidade, com rápido retorno econômico e elevada produtividade, principalmente para a agricultura familiar.

Os sistemas de poda estudados serão testados por mais uma safra e, dependendo dos resultados, poderão ser testados outros modelos de poda e condução. Outra possibilidade futura é o fechamento das laterais da estufa, para maior ganho térmico e a condução de estudos de produção fora de safra ou duas safras.

7 REFERÊNCIAS

ABDEL-GHANY, A. M.; AL-HELAL, I. M. Solar energy utilization by a greenhouse: General relations. **Renewable Energy**, v. 36, n. 1, p. 189-196, 2011.

ABRASFRUTA. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES EXPORTADORES DE FRUTAS E DERIVADOS. **Dados de exportação 2020**. Brasília: Abrasfruta, 2020. Disponível em <<https://abrafrutas.org/2021/02/dados-de-exportacao-2020/>> Acesso em: 02 mar. 2021.

ALMEIDA, D. P. F. Pequenos frutos com grandes problemas: recomendações para a qualidade na cadeia de abastecimento. **Atas Portuguesas de Horticultura**, v. 26, p. 199-207, 2016.

AMARAL, O. L.; ROSSI, A de.; RIBEIRO, A. M. A de S.; SERAFIM, H.; ROSS, M. L. Produção e qualidade de frutos de genótipos de amoreira-preta. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, v. 6, n. 2, p. 126-131, 2020.

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

ANTTONEN, M. J.; KARJALAINEN, R. O. Evaluation of means to increase content of bioactive phenolic compounds in soft fruits. **Acta Horticulturae**, n. 839, p. 309–314, 2009.

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

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

ANTUNES, L. E. C; RASEIRA, M. C. B. Fruticultura: Cultivar de amora-preta BRS Caingá e técnicas de cultivo do mirtilo. In: WOLFF, L. F.; MEDEIROS, C. A. B. (Eds.). **Alternativas para a diversificação da agricultura familiar de base ecológica**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018. 63 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1101084/1/LuisEduardoCorreaDOCUMENTOS467.indd.pdf>. Acesso em: 02 jan. 2020.

ANTUNES, L. E. C.; CHALFUN, N. N. J.; REGINA, M. de A.; HOFFMANN, A. Blossom and ripening periods of blackberry varieties in Brazil. **Journal American Pomological Society**, v. 54, n. 4, p. 164-168, 2000 b.

ANTUNES, L. E. C.; DUARTE FILHO, J.; SOUZA, C. M. Conservação pós-colheita de frutos de amoreira-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 3, p. 413-419, 2003.

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

ANTUNES, L. E. C.; PEREIRA, I. dos S.; PICOLOTTO, L.; VIGNOLO, G. K.; GONÇALVES, M. A. Produção de amoreira-preta no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 100-111, 2014.

ANTUNES, L. E. C.; REGINA, M. A.; DUARTE FILHO, J. **A cultura da amoreira-preta**. Belo Horizonte: Epamig, 2002. 28 p. (Epamig. Boletim Técnico, 69).

BARBIERI, R. L. Classificação botânica, origem e cultivares. In: ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. do C. B. (Ed.). **Aspectos técnicos da cultura da amoreira-preta**. Pelotas. Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 17-28. (Documentos, 122).

BILHARVA, M. G.; SOUZA, R. S de.; LÚCIO, S. da P.; MARTINS, C. R.; KROLOW, A. C. R. Análise química dos frutos das cultivares de amoreira-preta xingu e tupy produzidos em sistema de base ecológico. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA CLIMA TEMPERADO, 6., 2016, Pelotas. **Anais...** Brasília, DF: Embrapa, 2016.

BOTELHO, R. V.; PAVANELLO, A. P.; BROETO, D.; SCISLOSKI, S. de F.; BALDISSERA, T. C. Fenologia e produção da amoreira-preta sem espinhos cv. Xavante na região de Guarapuava-PR. **Scientia Agraria**, v. 10, n. 3, p. 209-214, 2009.

BRUGNARA, E. C. Produção, época de colheita e qualidade de cinco variedades de amoreira-preta em Chapecó, SC. **Agropecuária Catarinense**, v. 29, n. 3, p. 71-75. 2017.99

CALAI, F. A. **Produção e qualidade de frutos de amoreira-preta submetida a diferentes intensidades de podas**. 2020. 46 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Programa de Pós-Graduação em Ambiente e Tecnologias Sustentáveis-PPGATS, Cerro Largo, RS, 2020.

CAMPAGNOLO, M. A.; PIO, R. Poda drástica para a produção da amoreira-preta em regiões subtropicais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, p. 934-938, 2012a.

CAMPAGNOLO, M. A.; PIO, R. Produção da amoreira-preta 'Tupy' sob diferentes épocas de poda. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, 2012b.

CARDEÑOSA, V.; GIRONES-VILAPLANA, A.; MURIEL, J. L.; MORENO, da; MORENO- ROJAS, J. M. Influência do genótipo, sistema de cultivo e regime de

irrigação na capacidade antioxidante e fenólicos selecionados de mirtilos (*Vaccinium corymbosum* L.) **Food Chemistry**, v. 202, n. 1, p. 276-283, 2016.

CASTAÑO, C. A.; MORALES, C. S.; OBANDO, F.H. Evaluación de las deficiencias nutricionales em el cultivo de la mora (*Rubus glaucus*) en condiciones controladas para bosque montano bajo. **Agronomía**, v. 16, p. 75-88, 2008.

CHAGAS, E. A.; PIO, R.; CHAGAS, P. C.; PASQUAL, M.; BETTIOL NETO, J. E. Composição do meio de cultura e condições ambientais para germinação de grãos de pólen de porta-enxertos de pereira. **Ciência Rural**, v. 40, p. 261-266, 2010.

CHALFUN, N. N. J.; HOFFMANN, A.; ANTUNES, L. E. C. Efeito da irrigação e poda hiberna na antecipação da colheita do pêssego “Diamante”. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 26, n. 1, p. 204-210, 2002.

CHAVARRIA, G.; CARDOSO, L. S.; BERGAMASCHI, H.; SANTOS, H. P.; MANDELLI, F.; MARODIN, G. A. B. Microclima de vinhedos sob cultivo protegido. **Ciência Rural**, v. 39, p. 2029-2034, 2009.

CLARK, J. R. Blacberry: Word production and perspectives. In SIMPÓSIO NACIONAL DO MORANGO, 3. ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 2., 2006, Pelotas. **Anais... Pelotas: Embrapa Clima Temperado**, 2006. p. 11-16. (Documentos, 167).

CLARK, J. R.; MOORE, J. N.; LOPEZ-MEDINA, J.; FINN, C.; PERKINS-VEAZIE, P. ‘Prime-Jan’ (‘APF-8’) and ‘Prime-Jim’ (‘APF-12’) primocane-fruited blackberries. **Hortscience**, v. 40, p. 852-855, 2005.

COMIRAN, F.; BERGAMASCHI, H.; HECKLER, B. M. M.; SANTOS, H. P.; ALBA, D.; SARETTA, E. Microclima e produção de videiras 'Niágara Rosada' em cultivo orgânico sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 34, p. 152-159, 2012.

COUTINHO, F. E.; MACHADO, N. P.; CANTILLANO, R. F. F. Conservação pós-colheita de amora-preta. In: ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. do C. B. **Aspectos técnicos da cultura da amora-preta**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 45-49. (Documentos, 122).

CROGE, C. P.; CUQUEL, F. L.; BIASI, L. A.; BONA, C. M de. PERFORMANCE OF BLACKBERRY CULTIVARS IN CERRO AZUL - PR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, n. 3, e-141, 2016.

CROGE, C. P.; CUQUEL, F. L.; BIASI, L. A.; BONA, C. D.; PINTRO, P. T. M. Agronomic performance of blackberry cultivars in Lapa-PR. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 40, n. 2, 2019.

- CURI, P. N. **Fenologia e produção de cultivares de amoreiras (*Rubus spp.*) em região de Clima Tropical de altitude com inverno ameno.** 2013. 59 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2013.
- EMBRAPA. **Cultivar de amoreira-preta BRS Xingu.** Embrapa Clima Temperado, 2015. (Folder).
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. Laboratório de Agrometeorologia. **Normais climatológicas (1961-1990):** Passo Fundo-RS. Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/pesquisa/agromet/app/principal/normais.php>. Acesso em: 10 jun. 2019.
- FACHINELLO, J. C.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E. **Fruticultura Fundamentos e Práticas.** p. 176, Pelotas-RS, 2008.
- FARIAS, J. R. B. **Respostas do feijão-de-vagem à disponibilidade hídrica associada a alterações micrometeorológicas em estufa plástica.** 1991. 177 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1991.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. **FAOSTAT Statistical Database.** 2018. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#home>. Acesso em: 03 jul. 2020.
- FERREIRA, M. A.; PEDRO JUNIOR, M. J.; SANTOS, A. O.; HERNANDES, J. L. Modificação parcial do ambiente de cultivo da videira 'Cabernet Sauvignon' sobre diferentes porta-enxertos: efeito sobre a produção e o teor de sólidos solúveis. **Bragantia**, v. 63, p. 439-445, 2004.
- FERREIRA, L. V.; PICOLOTTO, L.; COCCO, C.; FINKENAUER, D.; ANTUNES, L. E. C. Produção de amoreira-preta sob diferentes sistemas de condução. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 421-427, 2016.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FIGUEIREDO, M. A. de; PIO, R.; SILVA, T. C.; SILVA, K. N. Características florais e carpométricas e germinação in vitro de grãos de pólen de cultivares de amoreira-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 731-740, 2013.
- FREIRE, C. J. S. Nutrição e adubação. In: ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. C. B. (Eds.). **Cultivo da amoreira-preta.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. p. 45-54. (Sistemas de Produção, 12).

FREITAS, J. L.; SILVA, R. B. L.; BARBOSA FILHO, M. N.; CANTUARIA, P.C.; CRUZ JUNIOR, F.O. Fenologia reprodutiva de cinco espécies arbóreas em ecossistema de terra firme na Amazônia Brasileira. **Biota Amazônia**, v. 5, p. 38-44, 2015.

GOMES, A. R. M.; D'ÁVILA, J. H. T.; GODIM, R. S.; BEZERRA, F. C. BEZERRA, M. L. M. F. Estimativa da evapotranspiração e coeficiente de cultivo da *Heliconia psittacorum* L x *H. spathocircinata* (Arist) cultivada em ambiente protegido. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 1, p. 13-18, 2006.

GONÇALVES, E. D.; PIMENTEL, R. M. A.; LIMA, L. C. O.; CASTRICINI, A.; ZAMBON, C. R.; ANTUNES, L. E. C.; TREVISAN, R. Manutenção da qualidade pós-colheita das pequenas frutas. **Informe Agropecuário**, v. 33, n. 268, p. 89-95, 2012.

GONÇALVES, E. D.; ZAMBON, C. R.; SILVA, D. F. da.; SILVA, L. F. de O. da.; PIO, R.; ALVARENGA, Â. A.; CAPRON, C. M. **Implantação, manejo e pós-colheita da amoreira-preta**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2011. 5 p. (Circular Técnica, 140).

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

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Área e quantidade produzida em lavouras permanentes nos estabelecimentos agropecuários**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6955#resultado>. Acesso em: 02 jul. 2020.

JACQUES, A. C. **Estabilidade de compostos bioativos em polpa congelada de amora-preta (*Rubus fruticosus*) cv. tupy**. 2009. 60 f. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

JARA, R. S.; SANTOS, S. C.; MARTINS, W. A.; RISCARO, G. A.; SANTOS, C. C. Sistemas de condução e podas em amoreira-preta (*Rubus* spp.) cv. Tupy'. In: SILVA-MATOS, R. R. S.; FURTADO, M. B.; FARIAS, M. F. (Eds). **Tecnologia de produção em fruticultura 2**. Ponta Grossa: Atena, 2020.

JARDIM BOTÂNICO DO RIO DE JANEIRO. **Flora do Brasil 2020 em construção**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2019. Disponível em: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/> >. Acesso em: 20 fev. 2021

JUDD, W. S.; CAMPBELL, C. S.; KELLOGG, E. A.; STEVENS P. F.; DONOGHUE, M. J. **Sistemática Vegetal** – um enfoque filogenético. 3. ed. Porto Alegre: Editora Artmed, 2009.

KADER, A. A. Future of modified atmosphere research. **Acta Horticulturae**, v. 857, n. 1, p. 213-218, 2010.

KAUME, L.; HOWARD, L. R.; DEVAREDDY, L. The blackberry fruit: a review on its composition and chemistry, metabolism and bioavailability, and health benefits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 60, p. 5716–5727, 2012.

LAMEIRO, M. da G. S.; MACHADO, M. I. R.; MACHADO, A. R.; ZAMBIAZI, R. C. Características físico-químicas da amora-preta (*rubusfruticosus*) e mirtilo (*vacciniumasheireade*) em seus produtos liofilizados. **Global Science and Technology**, v. 12, n. 1, 2019.

LEONEL, S.; SEGANTINI, D. M. Épocas de poda para a amoreira-preta cultivada em região subtropical. **Irriga**, v. 1, n. 1, p. 248-256, 2015.

LI, D.; MENG, X.; LI, B. Perfil de antocianinas de mirtilos produzidos na China usando HPLC-DAD-MS e análise exploratória por análise de componentes principais. **Revista de Composição e Análise de Alimentos**, v. 47, p. 1-7, 2016.

MOTA, R. V da. Caracterização do suco de amora-preta elaborado em extrator caseiro. **Food Science and Technology**, v. 26, n. 2, p. 303-308, 2006.

MOURA, P. H. A.; PIO, R.; CURI, P. N.; RODRIGUES, L. C. A de.; BIANCHINI, F. G.; BISI, R. B. Cobertura plástica e densidade de plantio na qualidade das frutas de *Physalis peruviana* L. **Revista Ceres**, v. 63, n. 3, p. 334-339, 2016.

NASCIMENTO, W. M.; CRODA, M. D.; LOPES, A. C. Amaral. Produção de sementes, qualidade fisiológica e identificação de genótipos de alface termotolerantes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 34, n. 3, p. 510-517, 2012.

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

NEVES, J. F. N. F.; NODARI, I. D. E.; JÚNIOR, S. S.; DIAS, L. D. E.; SILVA, L. B. da; DALLACORT, R. Produção de cultivares de alface americana sob diferentes ambientes em condições tropicais. **Revista Agro@ambiente On-line**, v. 10, n. 2, p. 130-136, 2016.

OLIVEIRA, J.; CRUZ, M. C. M.; MOREIRA, R. A.; FAGUNDES, M. C. P.; SENA, C. G. Productive performance of blackberry cultivars in altitude region. **Ciência Rural**, v. 47, p. 12, 2017.

PAGOT, E.; SCHNEIDER, E. P.; NACHTIGAL, J. C. **Cultivo da Amora-preta**. Bento Gonsalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. 12 p. (Documentos, 75).

PEDRO JÚNIOR, M. J.; ORTOLANI, A. A.; RIGITANO, O.; ALFONSI, R. R.; PINTO, H. S.; BRUNINI, O. Estimativa de horas de frio abaixo de 7 e de 13°C para a regionalização da fruticultura de temperado no Estado de São Paulo. **Bragantia**, v. 38, n. 13, p. 123-130, 1979.

PEREIRA, I. S.; NAVA, G.; PICOLOTTO, L. VIGNOLO, G. K.; GONÇALVE, M. A.; ANTUNES, L. E. C. Exigência nutricional e adubação da amoreira-preta. **Revista Ciências Agrárias**, v. 58, n. 1, p. 96-104, 2015.

PEREIRA, I. S.; PICOLOTTO L.; MESSIAS R. S.; POTES M. L.; ANTUNES L. E. C. Adubação nitrogenada e características agronômicas em amoreira-preta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, p. 373–380, 2013.

PIO, R.; ALVARENGA, A. A.; MOURA, P. H. A.; CURTI, P. N. Produção de amora-preta e framboesa em regiões de clima quente. **Informe Agropecuário**, v. 33. n. 268, p.47-55, 2012.

RADÜNZ, A. L.; SCHÖFFER, E. R.; BORGES, C. T.; MALGARIM, M. B.; PÖTTER, G. H. Thermal requirement of vines in the Rio Grande do Sul region Campaign-Brazil. **Ciência Rural**, v. 45, n. 4, p. 626-632, 2015.

RASEIRA, A.; SANTOS, A. M. dos; RASEIRA, M. do C. B. Caingangue, nova cultivar de amora-preta para consumo *in natura*. **Horti Sul**, v. 2, n. 3, p. 11-12, 1992.

RASEIRA, M. C. B.; FRANZON, R. C.; SCARANARI, C. **Cultivar de amora-preta BRS Xingu: alternativa à cultivar Brazos para o Sudeste do Brasil**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2018. (Embrapa. Circular Técnica, 362).

RASEIRA, M. C. B.; GONÇALVES, E. D.; TREVISAN, R.; ANTUNES, L. E. C. **Aspectos técnicos da cultura da framboeseira**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, p. 24, 2004. (Documentos, Embrapa Clima Temperado, 120).

RASEIRA, M. do C. B.; SANTOS, A. M.; ILHA, L. L. H. Produção de amora-preta e framboesa em regiões de clima temperado. **Informe Agropecuário**, v. 33, n. 268, p. 58-67, 2012.

RASEIRA, M. do C. B.; SANTOS, A. M.; BARBIERI, R. L. Classificação botânica, origem e cultivares. In: ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. do C. B. (Ed.). **Cultivo de amoreira preta (*Rubus spp.*)**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. p. 19-44. (Embrapa Clima Temperado. Sistemas de produção, 12).

REETZ, E. R. et al. **Anuário brasileiro de fruticultura - 2007 / ERNA**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta, 2007.

REYES-CARMONA, J.; YOUSEF, G. G.; MARTÍNEZPENICHE, R. A.; LILA, M. A. Antioxidant capacity of fruit extracts of blackberry (*Rubus sp.*) produced in different climatic regions. **Journal of Food Science**, v. 70, n. 7, p. 497-503, 2005.

ROMANINI, C. E. B.; ANGEL, P. G.; ALVARADO, L. M.; CAPPELLI, N. L.; UMEZU, C. K. Desenvolvimento e simulação de um sistema avançado de controle ambiental em cultivo protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 11, p. 1194-1201, 2010.

ROSA, J. Q. S. **Cultivo de pimentões sob telas fotosselativas**. 2012. 61 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2012.

ROTILI, M. C. C.; VILLA, F.; SILVA, D. F. da.; ROSANELLI, S.; MENEGUSSO, F. J.; RITTER, G. Phenological behavior and agronomic potential of blackberry and hybrids in a subtropical region. **Revista Ceres**, v. 66, n. 6, p. 431-441, 2019.

SANTOS, H. G.; ALMEIDA, J. A.; OLIVEIRA, J. B.; LUMBRERAS, J. F.; ANJOS, L. H. C.; COELHO, M. R.; JACOMINE, P. K. T.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, V. A. (Ed). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília: Embrapa, 2013.

SANTOS, L. L.; SEABRA JÚNIOR, S.; NUNES, M. C. M. Luminosidade, temperatura do ar e do solo em ambientes de cultivo protegido. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 8, n. 1, p. 83- 93, 2010.

SANTOS, P. M. **Qualidade dos frutos e desenvolvimento fenológico da amora-preta (*Rubus spp*) submetida a diferentes épocas e intensidades de poda**. 58 f. 2018. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Pelotas, 2018.

SANTOS, P. M.; MACIEL, L. R. da.; BERGMANN, C.; HERTER, F. G.; TRENTIN, R.; SCHÖFFEL, E. R. Época de poda, produção e qualidade dos frutos de amora-preta 'Tupy' cultivada em região subtropical. **Revista Thema**, v. 17, n. 2, p. 336-345, 2020.

SANTOS, S. T. **Caracterização de genótipos de amoreira-preta (*Rubus spp*) na condição edafoclimática de Curitiba-SC**. 2018. 44 f. Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade Federal de Santa Catarina, Curitiba, 2018.

SCARPARE FILHO, J. A.; MEDINA, R. B.; SILVA, S. R. **Poda de árvores frutíferas**. Piracicaba: USP/ESALQ/Casa do Produtor Rural, 2011.

SCHAKER, P. D. C.; ANTONIOLLI, L. R. Aspectos econômicos e tecnológicos em pós-colheita de amoras-pretas (*Rubus spp*). **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 15, n. 14, p. 11-15, 2009.

SEGANTINI, D. M.; LEONEL, S.; CUNHA, A. R.; FERRAZ, R. A.; RIPARDO, A. K. S. Exigência térmica e produtividade da amoreira-preta em função das épocas de poda. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 3, p. 568- 575, 2014.

SEGANTINI, D. M.; LEONEL, S.; RIPARDO, A. K. da S.; AURICCHIO, M. G. R. Uso de reguladores de crescimento para a superação da dormência e sua influência na brotação, no florescimento e na produção da amoreira-preta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 275-280, 2011.

SEGANTINI, D. M.; LEONEL, S.; RIPARDO, A. K. S.; TECCHIO, M. A. T.; SOUZA, M. E. Breaking dormancy of “Tupy” blackberry in subtropical conditions. **American Journal of Plant Sciences**, v. 6, p. 1760-1767, 2015.

SILVA, B. A.; SILVA, A. R. da; PAGIUCA, L. G. Cultivo protegido: em busca de mais Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). In: PAULA JÚNIOR, T. J.; VENZON, M. (Eds). **101 culturas: manual de tecnologias agrícolas**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. p. 735–750.

SILVA, J. B. G.; MARTINEZ, M. A.; PIRES, C. S.; ANDRADE, I. P. de S.; SILVA, G. T. da. Avaliação da condutividade elétrica e pH da solução do solo em uma área fertirrigada com água residuária de bovinocultura de leite. **Irriga**, v.1, n. 1, p. 250-263, 2012.

SOLER, L. S.; BIASI, L. A. Agronomic performance of blackberry cultivars in environmental protection area. **Comunicata Scientiae**, v. 11, 2020.

SOUSA, J. S.; INGLEZ de. **A poda das plantas frutíferas**. 2.ed. São Paulo: Nobel, 2005.

SOUZA, R. S. **Características de produção e qualidade de frutas de genótipos de amoreira-preta em sistema de produção orgânico**. 2018. 79 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2018.

STRIK, B. C. A review of nitrogen nutrition of *Rubus*. **Acta Horticulturae**, v. 777, p. 403-410, 2008.

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

TADEU, M. H.; SOUZA, F. B. M.; PIO, R.; VALLE, M. H. R.; LOCATELLI, G.; GUIMARÃES, G. F.; SILVA, B. E. C. Poda drástica de verão e produção de cultivares de amoreira-preta em região subtropical. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 2, p. 132-140, 2015.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

TOURNAS, V. H.; KATSOUUDAS, E. Mould and yeast flora in fresh berries, grapes and citrus fruit. **International Journal of Food Microbiology**, v. 105, n. 1, p. 11-17, 2005.

TULLIO, L.; AYUB, R. A. Produção da amora-preta cv tupy, em função da intensidade da poda. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 3, p. 1147-1152, 2013.

VANDERLINDE, G.; SIMON, S.; MALINOVSKI, L. I.; SPINELLI, F. R.; VANDERLINDE, R.; BRIGHENTI, A. F.; VIEIRA, H. J.; SILVA, A. L. Composição química das uvas Cabernet Sauvignon e Merlot sob cobertura plástica em Santa Catarina. **Revista Brasileira de Viticultura e Enologia** v. 8, p. 34-42, 2016.

VILLA, F.; SILVA, D. F.; BARP, F. K.; STUMM, D. R. Amoras-pretas produzidas em região subtropical, em função de podas, sistemas de condução e número de hastes. **Revista Agrarian**, v. 7, n. 26, p. 521-529, 2014.

VILLA, F.; SILVA, D. F.; STUMM, D. R.; ROSA, D. D. Winter cold deficit in low subtropical climate region and blackberry varieties phenology. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 1, n. 1, p. 66-71, 2020.

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

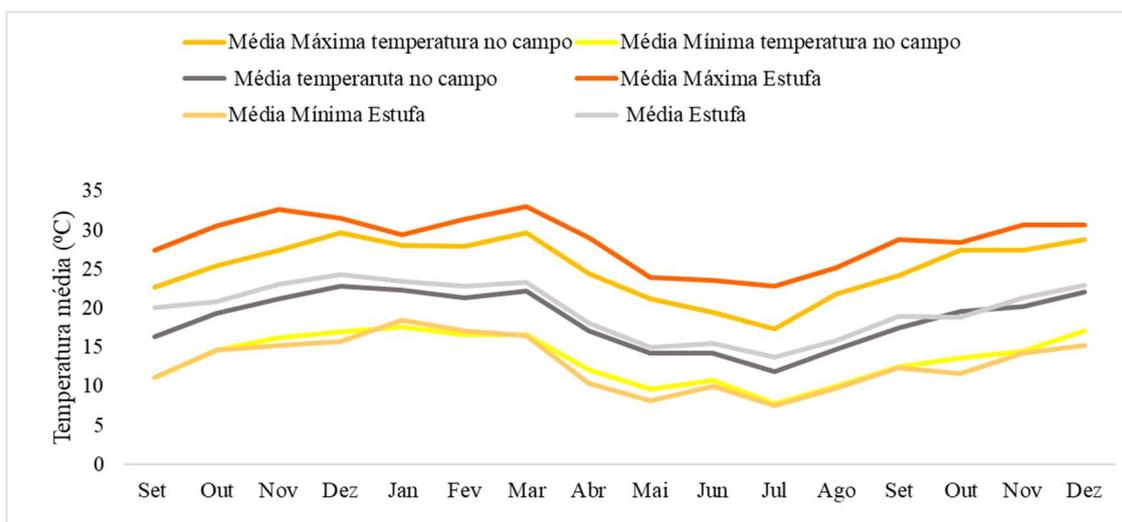
VIZZOTTO, M. **Sistema de produção de amoreira-preta**: características funcionais. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. (Sistemas de Produção, n. 12). Disponível em:
<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Amora/SistemaProducaoAmoreiraPreta/caracteristicas.htm>>. Acesso em: 09 jun. 2019.

VOX, G.; TEITEL, M.; PARDOSSI, A.; MINUTO, A.; TINIVELLA, F.; SCHETTINI, E. **Sustainable greenhouse systems**. Sustainable agriculture; technology, plainning and management. New York: Nova Science Publischers, 2010.

WREGE, M. S.; HERTER, F. G. **Sistemas de produção da amoreira-preta**: condições climáticas. Informações técnicas de Cultivares de amoreira-preta. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008

APÊNDICES

APÊNDICE I – Temperaturas médias, médias das máximas e das mínimas ocorridas nos meses de setembro de 2019 a dezembro de 2020 no município de Passo Fundo, RS (EMBRAPA TRIGO, 2021) e no interior da estufa



Fonte: Imagem da autora.

APÊNDICE II – Horas de frio ≤ 7 °C e ≤ 13 °C ocorridas nos meses de maio a setembro de 2020 no município de Passo Fundo, RS (Informação verbal)¹

Mês	≤ 7 °C	≤ 13 °C
Maio	7	96,4
Junho	28,0	140,0
Julho	81,0	238,5
Agosto	24,0	86,0
Setembro	7	39
Total	147	599,9

¹Dados diários informados pela Embrapa Trigo (2021) e contabilizados pela autora.

APÊNDICE III – Resumo da análise de variância para o efeito de cultivares de amoreira-preta e sistemas de poda sobre o número de ramos secundários e de frutos por planta produzidos em ambiente protegido. Passo Fundo - 2020

Causas de variação	GL	Quadrados médios	
		Nº de ramos secundários	Nº de frutos por planta
Blocos	3	19,167	3002,375
Cultivares	1	160,167**	32930,042
Erro experimental 1 (Parcelas)	3	7,389	10472,153
Tipos de poda	2	307,135**	17497,625
Cultivares x Tipos de poda	2	31,792	4826,792
Erro experimental 2 (Subparcelas)	12	15,403	2357,430
Total	23		
C.V. parcelas (%)		15,31	27,26
C.V. subparcelas (%)		22,11	12,93

** Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade de erro.

APÊNDICE IV – Resumo da análise de variância para o efeito de cultivares de amoreira-preta e sistemas de poda sobre os diâmetros transversal e longitudinal, e massa média dos frutos produzidos em ambiente protegido. Passo Fundo - 2020

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		Diâmetro longitudinal dos frutos	Diâmetro transversal dos frutos	Massa médias dos frutos
Blocos	3	4,431	3,754	0,304
Cultivares	1	1,311	0,009	12,184
Erro experimental 1 (Parcelas)	3	1,274	0,641	0,968
Tipos de poda	2	1,916	0,641	0,061
Cultivares x Tipos de poda	2	1,916	0,446	0,496
Erro experimental 2 (Subparcelas)	12	1,027	0,498	0,224
Total	23			
C.V. parcelas (%)		4,55	3,86	12,97
C.V. subparcelas (%)		4,08	3,40	6,24

** Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade de erro.

APÊNDICE V – Resumo da análise de variância para o efeito de cultivares de amoreira-preta e tipos de poda sobre a produção por planta e a produtividade (por hectare e em 500 m²) em ambiente protegido. Passo Fundo - 2020

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		Produção por planta	Produtividade por hectare	Produtividade em 500 m ²
Blocos	3	0,225	11467791,464	28668,944
Cultivares	1	0,014	740038,104	1850,122
Erro experimental 1 (Parcelas)	3	0,398	20290706,729	50725,881
Tipos de poda	2	1,129	57591589,309	143979,018
Cultivares x Tipos de poda	2	0,085	4327554,049	10818,744
Erro experimental 2 (Subparcelas)	12	0,136	6922045,581	17305,017
Total	23			
C.V. parcelas (%)		22,41	22,41	22,41
C.V. subparcelas (%)		13,09	13,09	13,09

** Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade de erro.

APÊNDICE VI – Resumo da análise de variância para o efeito de cultivares de amoreira-preta e tipos de poda sobre o teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e relação SST/ATT dos frutos produzidos em ambiente protegido. Passo Fundo - 2020

Causas de variação	GL	Quadrados médios		
		SST	ATT	SST/ATT
Blocos	3	0,836	0,132	1,995
Cultivares	1	17,340	1,581	71,002
Erro experimental 1 (Parcelas)	3	0,628	0,072	2,965
Tipos de poda	2	0,702	0,088	2,613
Cultivares x Tipos de poda	2	1,055	0,007	0,797
Erro experimental 2 (Subparcelas)	12	0,763	0,117	3,399
Total	23			
C.V. parcelas (%)		8,01	17,35	24,81
C.V. subparcelas (%)		8,83	22,17	26,57

** Significativo pelo teste F a 1% de probabilidade de erro.



PPGAgro

Programa de Pós-Graduação
em Agronomia