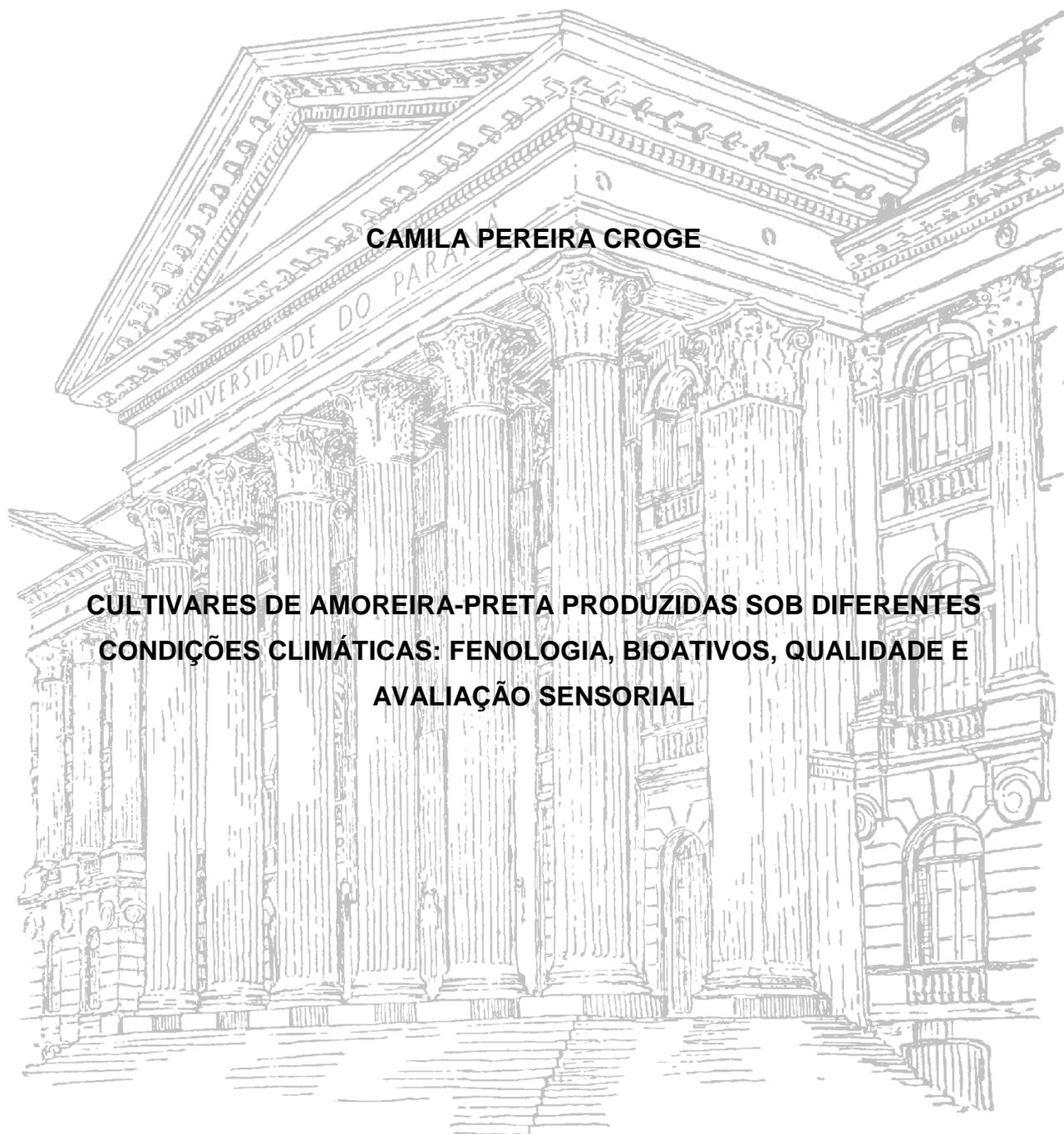


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CAMILA PEREIRA CROGE

**CULTIVARES DE AMOREIRA-PRETA PRODUZIDAS SOB DIFERENTES
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS: FENOLOGIA, BIOATIVOS, QUALIDADE E
AVALIAÇÃO SENSORIAL**



CURITIBA

2015

CAMILA PEREIRA CROGE

**CULTIVARES DE AMOREIRA-PRETA PRODUZIDAS SOB DIFERENTES
CONDIÇÕES CLIMÁTICAS: FENOLOGIA, BIOATIVOS, QUALIDADE E
AVALIAÇÃO SENSORIAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Ciências.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Francine Lorena Cuquel

Co-orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio Biasi

CURITIBA

2015

C941 Croge, Camila Pereira.

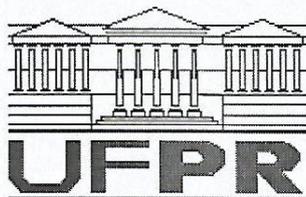
Cultivares de Amoreira-preta produzidas sob diferentes condições climáticas: fenologia, bioativos, qualidade e avaliação sensorial. / Camila Pereira Croge. – Curitiba : 2015.
82 f. il.

Orientadora: Francine Lorena Cuquel.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná.
Setor de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em
Agronomia – Produção Vegetal.

1. Amora - Cultivares. 2. Fenologia. I. Cuquel, Francine Lorena.
II. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Agrárias.
Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal.
III. Título.

CDU 634.713:581.54



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA - PRODUÇÃO VEGETAL



RESULTADO FINAL DA DISSERTAÇÃO
CANDIDATA CAMILA PEREIRA CROGE

Título: "CULTIVARES DE AMOREIRA-PRETA PRODUZIDAS SOB DIFERENTES CONDIÇÕES CLIMÁTICAS: FENOLOGIA, BIOATIVOS, QUALIDADE E CARACTERIZAÇÃO SENSORIAL"

Área de Concentração Produção Vegetal. Nível: MESTRADO

BANCA EXAMINADORA	RESULTADO
Professora Dra. PAULA TOSHIMI MATUMOTO PINTRO 1ª Examinadora	APROVADA
Professora Dra. CRISTIANE FAGUNDES 2ª Examinadora	APROVADA
Dra. CLAUDINE MARIA DE BONA 3ª Examinadora	APROVADA
Professora Dra. FRANCINE LORENA CUQUEL Presidente da Banca e Orientadora	APROVADA
RESULTADO FINAL	

Curitiba, 27 de Fevereiro de 2015.

Professora Dra. Paula Toshimi Matumoto Pintro
Primeira Examinadora

Professora Dra. Cristiane Fagundes
Segunda Examinadora

Dra. Claudine Maria de Bona
Terceira Examinadora

Professora Dra. Francine Lorena Cuquel
Presidente da Banca e Orientadora

Dedico este trabalho à minha querida e amada
irmã, Vanessa Pereira Croge, por me ajudar a enxergar
“uma ponte para chegar ao outro lado”.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal, do setor de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Paraná, pelo suporte recebido. Ao CNPq, pelo apoio financeiro.

À Profa. Dra. Francine Lorena Cuquel, pelo acompanhamento e orientação.

Ao Prof. Dr. Luiz Antonio Biasi pela sua atenção e co-orientação ao longo do trabalho.

À Profa. Dra. Paula Toshimi Matumoto Pintro por sua grande contribuição, competência e amizade.

Ao Instituto Agrônômico do Paraná por disponibilizar a estrutura das estações experimentais de Cerro Azul e Lapa e pelo apoio do seu corpo técnico, especialmente a Dra. Claudine Maria de Bonna, através da qual essa parceria foi estabelecida.

Aos colegas do grupo de estudos, pela ajuda na análise sensorial e por fornecerem sugestões valiosas ao trabalho.

À amiga e Engenheira de Alimentos, Danielli Reino Olegário da Silva, que se colocou a disposição em todas as horas para me aconselhar e ajudar mesmo que de longe.

Ao meu cunhado e irmão do coração, Vitor Marcelo Longo, pelo seu cuidado e apoio silenciosos.

À minha irmã Vanessa, pela parceria e carinho desde que nasci, e, por tornar minha permanência em Curitiba mais alegre e colorida.

Ao meu irmão Fabrício, por me ligar saudoso todos os dias em que passei fora de casa.

Aos meus pais, Antonio Carlos e Mari Lúcia, que com muita simplicidade e amor me deram os ensinamentos mais valiosos na vida.

A aqueles que de alguma forma apoiaram este trabalho.

A Deus, pela força, coragem e esperança.



calvin and hobbes

WATTERSON



BILL WATTERSON

RESUMO

Dentre as opções de pequenas frutas com boas perspectivas de cultivo e comercialização, a amoreira-preta (*Rubus* sp.) apresenta-se como uma das mais promissoras, devido a suas propriedades nutracêuticas e a rusticidade inerente as suas plantas. Seus frutos podem ser comercializados *in natura* ou processados em diversos subprodutos, podendo atender a demanda da indústria por antioxidantes naturais. Contudo, para que isso seja viabilizado, torna-se necessário certo domínio tecnológico do processo produtivo, além do conhecimento das características de pós-colheita de diferentes cultivares para a destinação correta dos frutos. Neste cenário, objetivou-se com este trabalho avaliar fenologicamente cultivares de amoreira-preta em diferentes condições climáticas e, caracterizar seus frutos, para recomendar cultivares mais adaptadas nos locais estudados, bem como detectar qual a melhor destinação dos seus frutos. Para isso, foi avaliado o desempenho de cultivares de amoreira-preta em diferentes locais de cultivo. Análises dos compostos bioativos e da atividade antioxidante dos frutos foram realizadas, bem como a comparação dos frutos produzidos nas diferentes condições. Com base nos resultados, confirmou-se a amoreira-preta como fonte de compostos bioativos antioxidantes. O desempenho das cultivares Tupy, Guarani, Xavante e Cherokee em clima subtropical não foi satisfatório, porém, em clima temperado as cultivares expressaram todo o seu potencial produtivo. As amoras-pretas apresentaram elevado potencial para utilização na indústria, e, dentre as cultivares estudadas, destaca-se a Xavante, por apresentar maior concentração de antioxidantes e por ter hastes sem espinhos.

Palavras-chave: *Rubus* sp., pequenas frutas, fenologia, compostos bioativos, Tupy, Guarani, Xavante, Cherokee.

ABSTRACT

Blackberry (*Rubus* sp.) is considered the most promising small fruit for production and commercialization due to nutraceutical properties of fruits and rusticity of plants. Blackberry fruits may be commercialized *in natura* or processed into diverse products and may attend the demand for natural antioxidants. However, a certain technological knowledge about the species production and post harvest characteristics of the fruits is necessary for correct destination (fresh market or industry). The aim of this research was to evaluate the phenology of blackberry cultivars grown under different climates and their fruits in order to recommend the most adapted ones to each of the locations, to assess the influence of the different climates, as well as to detect the best destination to fruits. Performance of the different cultivars on three locations, analysis of bioactive compounds and antioxidant activity of the fruits, and comparison of fruits produced in the different locations were evaluated. The results confirmed the blackberry fruits as sources of antioxidant bioactive compounds. The performance of Tupy, Guarani, Xavante and Cherokee cultivars under subtropical climate was not satisfactory. However, under temperate climate the cultivars expressed all their productivity potential. Blackberries present great potential for processing. Xavante stood out among the cultivars due to higher antioxidant concentration of its fruits and thornless branches.

Key words: *Rubus* sp., small fruits, phenology, bioactive compounds, Tupy, Guarani, Xavante, Cherokee.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - MORFOLOGIA DA AMORA-PRETA	18
FIGURA 2 - FUNÇÕES DOS CONSTITUINTES QUÍMICOS ENCONTRADOS NAS PEQUENAS FRUTAS..	24
FIGURA 3 – TEMPERATURAS MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMA (°C) MENS AIS, E PRECIPITAÇÃO ACUMULADA (MM) NOS ANOS 2012 E 2013. CERRO AZUL-PR..	29
FIGURA 4 – PERÍODO DE FLORESCIMENTO E COLHEITA EM AMOREIRAS-PRETAS NOS CICLOS DE PRODUÇÃO 2012-2013 E 2013-2014. CERRO AZUL-PR.	31
FIGURA 5 – VALORES DE HUE E LUMINOSIDADE DOS FRUTOS DE AMOREIRA-PRETA, EM 2013-2014. CERRO AZUL-PR.....	34
FIGURA 6 – TEMPERATURAS MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMA (°C) MENS AIS, E PRECIPITAÇÃO ACUMULADA (MM). LAPA-PR. (2012 E 2013).....	44
FIGURA 7 – PERÍODO DE FLORESCIMENTO E COLHEITA EM AMOREIRA-PRETAS NOS CICLOS DE PRODUÇÃO 2012-2013 E 2013-2014. LAPA-PR.....	45
FIGURA 8 – VALORES MÉDIOS DE DIÂMETRO LONGITUDINAL (MM) E EQUATORIAL (MM) DAS AMORAS-PRETAS COLHIDAS NOS CICLOS DE 2012/13 E 2013/14. LAPA-PR.....	48
FIGURA 9 – VALORES DE HUE E LUMINOSIDADE DOS FRUTOS DE AMOREIRA-PRETA, EM 2013/14. LAPA-PR.....	49
FIGURA 10 – NOTAS MÉDIAS DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS OBTIDAS PELO TESTE DE ACEITAÇÃO DOS FRUTOS DE AMOREIRA-PRETA.....	52
FIGURA 11 – PRECIPITAÇÃO ACUMULADA (MM), TEMPERATURA MÍNIMA (°C), TEMPERATURA MÉDIA (°C) E TEMPERATURA MÁXIMA (°C) DAS REGIÕES LAPA (A), PINHAIS (B) E CERRO AZUL (C).....	64

FIGURA 12 - ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DO ABTS (% DE DEGRADAÇÃO DO RADICAL) DE QUATRO CULTIVARES DE AMOREIRA-PRETA IMPLANTADAS NA LAPA, PINHAIS E CERRO AZUL (PR).....66

FIGURA 13 - CORRELAÇÕES ENTRE OS COMPOSTOS BIOATIVOS E A ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS FRUTOS DE AMOREIRA-PRETA68

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - DESEMPENHO PRODUTIVO DAS CULTIVARES DE AMOREIRA-PRETA NOS CICLOS DE 2012-2013 E 2013-2014. CERRO AZUL-PR.....	32
TABELA 2 – VALORES MÉDIOS DE DIÂMETRO LONGITUDINAL E EQUATORIAL E DIFERENÇA TOTAL DE COLORAÇÃO (ΔE) DAS AMORAS-PRETAS NOS CICLOS 2012-2013 E 2013-2014. CERRO AZUL-PR.....	33
TABELA 3 – PROPRIEDADES QUÍMICAS DOS FRUTOS DE AMOREIRA-PRETA NAS SAFRAS 2012-2013 E 2013-2014. CERRO AZUL-PR.....	35
TABELA 4 – DESEMPENHO DE DIFERENTES CULTIVARES DE AMOREIRA-PRETA EM RELAÇÃO À PRODUÇÃO, PRODUTIVIDADE E MASSA MÉDIA DOS FRUTOS NOS CICLOS 2012-2013 E 2013-2014. LAPA-PR.....	47
TABELA 5 – ATRIBUTOS DE TEXTURA E COLORAÇÃO DOS FRUTOS DE AMOREIRA-PRETA NA SAFRA 2013-2014. LAPA-PR.....	48
TABELA 6 – ATRIBUTOS QUÍMICOS DOS FRUTOS DE AMOREIRA-PRETA NAS SAFRAS 2012-2013 E 2013-2014. LAPA-PR.....	50
TABELA 7 – ÍNDICE DE ACEITABILIDADE PELOS CONSUMIDORES DOS FRUTOS DE AMOREIRA-PRETA.....	52
TABELA 8 – CONTEÚDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO, POLIFENÓIS, FLAVONOIDES, ANTOCIANINAS MONOMÉRICAS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DO DPPH (EC 50) DE QUATRO CULTIVARES DE AMOREIRA-PRETA EM DIFERENTES CONDIÇÕES CLIMÁTICAS.....	65

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	17
2.1	CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA E DESCRIÇÃO DA PLANTA	17
2.2	CULTIVARES DE AMOREIRA-PRETA	18
2.3	CONDIÇÕES CLIMÁTICAS PARA A AMOREIRA-PRETA E O POTENCIAL DO ESTADO DO PARANÁ	20
2.4	FENOLOGIA DA AMOREIRA-PRETA	21
2.5	ASPECTOS QUALITATIVOS DAS AMORAS-PRETAS	22
2.5.1	Componentes bioativos em amoras-pretas	23
3	DESEMPENHO DE CULTIVARES DE AMOREIRA-PRETA EM CERRO AZUL-PR	26
3.1	INTRODUÇÃO	26
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	27
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
3.4	CONCLUSÃO	36
3.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
4	DESEMPENHO DE CULTIVARES DE AMOREIRA-PRETA EM CLIMA TEMPERADO	39
4.1	INTRODUÇÃO	39
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	40
4.2.1	Área e material de estudo	40
4.2.2	Fenologia	41
4.2.3	Caracterização física e química dos frutos	41
4.2.4	Análise sensorial dos frutos	42
4.2.5	Análise estatística	43

4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.4	CONCLUSÃO	53
4.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
5	COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM AMORAS- PRETAS.....	56
5.1	INTRODUÇÃO	56
5.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	57
5.2.1	Material de estudo	57
5.2.2	Determinação do teor de ácido ascórbico	58
5.2.3	Extração dos compostos bioativos	58
5.2.4	Conteúdo total de polifenóis	59
5.2.5	Flavonóides	59
5.2.6	Conteúdo total de Antocianinas.....	59
5.2.7	Determinação da atividade antioxidante.....	60
5.2.8	Análise Estatística	60
5.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
5.4	CONCLUSÃO	69
5.5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	73
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75
	APÊNDICES.....	79

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura no Brasil é um dos principais setores geradores de emprego e desenvolvimento rural, já que esta atividade possui elevado efeito multiplicador de renda e força suficiente para dinamizar economias locais estagnadas com poucas alternativas de crescimento. Neste setor, a produção de pequenas frutas vem crescendo em importância, volume e qualidade. A tendência é que ocorram aumento e diversificação do cultivo, devido ao grande apelo e utilização dos frutos no mercado nacional; além disto, existe a demanda para a exportação, visando atender a entressafra do Hemisfério Norte (FACHINELO et al., 2011; ANTUNES & HOFFMANN, 2012).

Dentre as opções de pequenas frutas com boas perspectivas de cultivo e comercialização, a amoreira-preta (*Rubus* sp.) apresenta-se como uma das mais promissoras (ANTUNES, 2002). Atualmente, depois do morangueiro, é a espécie mais explorada dentro do grupo e a sua área já atingiu 600 ha (ANTUNES & HOFFMANN, 2012; PIO & GONÇALVES, 2014). Isso porque, a difusão das propriedades nutraceuticas das amoras-pretas e a rusticidade inerente as suas plantas, as colocaram em destaque, aumentando o número de interessados em adquirir, consumir e saber mais a respeito de suas qualidades (SEERAM et al., 2006).

Os frutos da amoreira-preta podem ser comercializados *in natura* ou processados nas formas de polpas, sucos, sorvetes, doces, compotas e geléias. Contudo, para que isso seja viabilizado, torna-se necessário certo domínio tecnológico do processo produtivo em escala industrial, além do conhecimento das características de pós-colheita de diferentes cultivares para a destinação correta dos frutos (seja para o consumo *in natura*, seja para o processamento).

Além disso, a busca por antioxidantes naturais para produtos alimentícios, cosméticos e farmacêuticos vem representando um importante desafio para a pesquisa. Por serem as amoras-pretas possíveis fontes desses compostos, estudos são necessários para identificar quais as classes e os teores presentes nos frutos, além de elucidar os processos relacionados a sua produção.

A qualidade das amoras-pretas, assim como a dos outros produtos da horticultura, está condicionada a fatores de pré e pós-colheita. Assim, a genética, as

práticas culturais, as condições climáticas e a disponibilidade de água são fatores que interferem diretamente na qualidade final dos frutos (ANTUNES & HOFFMANN, 2012). Além disso, esses fatores poderão afetar a fisiologia das plantas, podendo refletir em períodos de produção alternados, o que pode ser aproveitado para promover um escalonamento da produção, e/ou diminuir os riscos de insucesso com a cultura por possíveis ataques de pragas e doenças.

As amoreiras-pretas apresentam possibilidade de serem cultivadas em diferentes tipos climáticos, devido ao grande número de cultivares disponíveis e a existência de cultivo em todos os continentes do mundo. Entretanto, no Brasil, a concentração de informações sobre o desenvolvimento e a capacidade de produção desta frutífera ocorre, principalmente, nos municípios de Pelotas/RS, Farroupilha/RS, Vacaria/RS e Caldas/MG, havendo, portanto, a necessidade de estudos em outros locais, possibilitando o cultivo da amoreira-preta em novas regiões (PEREIRA et al., 2009).

Assim, estudos sobre a fenologia e desempenho produtivo de cultivares permitirão distinguir a influencia do clima local nos diferentes estádios de crescimento e identificar possíveis problemas no desenvolvimento da cultura, colaborando finalmente, para a adoção de práticas culturais adequadas para a espécie.

Neste cenário, objetivou-se com este trabalho avaliar fenologicamente cultivares de amoreira-preta em diferentes condições de cultivo e, caracterizar seus frutos *in natura*, para recomendar cultivares mais adaptadas nos locais estudados, bem como detectar qual a melhor destinação dos frutos.

Para atingir esses objetivos, nos capítulos que se seguem será apresentado: uma revisão bibliográfica com as principais pesquisas relacionadas ao assunto; um capítulo sobre o desempenho de cultivares de amoreira-preta nas condições locais de Cerro Azul-PR; um capítulo sobre o desempenho de cultivares de amoreira-preta em clima temperado; e, um capítulo sobre os compostos bioativos e a atividade antioxidante em amoras-pretas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA E DESCRIÇÃO DA PLANTA

A amoreira-preta (*Rubus* sp) pertence à família Rosaceae, gênero *Rubus* e subgênero *Eubatus*. A caracterização do gênero *Rubus* é de difícil realização, devido à diversidade do hábito de crescimento das plantas, à distribuição das espécies e ocorrência de poliploidia, agamospermia (formação de sementes sem reprodução sexual) e hibridação entre as espécies (LAWRENCE, 2001; ANTUNES & RASEIRA, 2004; TAYLOR, 2005).

Três grupos de amoreiras foram domesticados. O primeiro, das amoreiras europeias; o segundo, no leste da América do Norte; e, o terceiro grupo, no oeste da América do Norte, geograficamente separado do anterior pelas pradarias e pelas Montanhas Rochosas (ANTUNES & RASEIRA, 2004). As cultivares norte-americanas foram trazidas ao Brasil na década de 1970 (ANTUNES & HOFFMANN, 2012)

No gênero *Rubus* ocorre a presença de ramos bianuais, os quais necessitam de um período de dormência antes de frutificar (ANTUNES, 2002). Muitas espécies são decíduas, enquanto outras vegetam o ano todo. O sistema radicular é perene e os tipos de reprodução vão de sexuada a apomítica (POLING, 1996). O hábito de crescimento das hastes varia de ereta a prostrada, podendo ter hastes com ou sem espinhos (ANTUNES & RASEIRA, 2004).

Os cachos lassos de flores brancas formam-se na axila das folhas de ramos do ano precedente, os quais morrem ao final da colheita. O receptáculo floral é bem desenvolvido, elevado em relação à flor, e pétalas brancas levemente salpicadas de rosa. O cálice é formado por cinco sépalas e a corola com cinco pétalas livres entre si (POLING, 1996; ANTUNES & RASEIRA, 2004).

O fruto da amoreira-preta é classificado como mini-drupa ou drupete, e denomina-se amora, amora-preta ou “blackberry” (FIGURA 1) (POLING, 1996; TAYLOR, 2005). As amoras-pretas são delicadas, suculentas e saborosas, e se destacam pela coloração negra e sabor ácido a doce ácido (ANTUNES, 2002). Apresentam formas oblongas, por vezes arredondadas e a dimensão e o peso são

muito variáveis (SOUSA et al., 2007). São relatados ainda, como de elevada qualidade nutricional e valor econômico significativo, sendo necessários mais estudos para elucidar os fatores que interferem em sua composição e sabor, visto que as propriedades físicas e químicas de seus frutos são muito divergentes (MANICA, 2000; REYES-CARMONA et al., 2005; ANTUNES et al., 2010; ANTUNES & HOFFMANN, 2012).

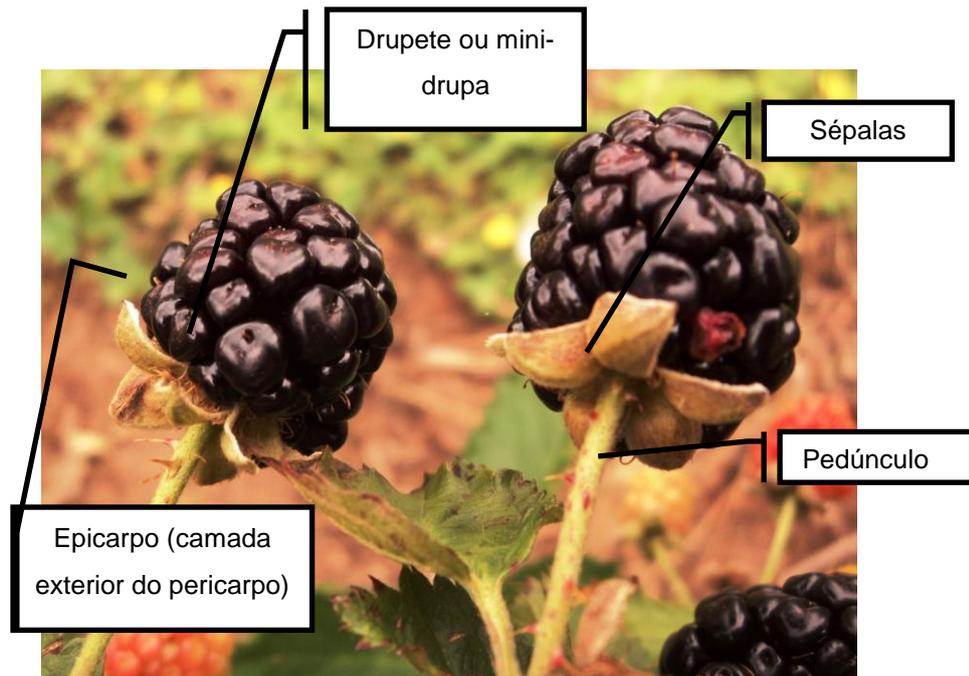


FIGURA 1 - MORFOLOGIA DA AMORA-PRETA. FONTE: O autor (2013).

2.2 CULTIVARES DE AMOREIRA-PRETA

No Brasil, o programa de melhoramento de amoreira-preta iniciou-se na década de 70, com a introdução de uma pequena coleção de cultivares, no município de Canguçu-RS, da qual faziam parte 'Brazos', 'Cherokee' e 'Comanche', além de um clone originário do Uruguai, cuja identidade era desconhecida. Dois ou três anos após esta introdução, foram trazidas sementes de cruzamentos realizados na Universidade de Arkansas, Estados Unidos, que originaram cerca de 12 mil *seedlings*, nos quais foram feitas as primeiras seleções (ANTUNES & RASEIRA, 2004). Dentre as cultivares lançadas no Brasil, estão a Ébano e a Xavante (sem espinhos) e a Tupy, Guarani e Caingangue (com espinhos) (ANTUNES, 2002).

A cultivar Tupy foi originada do cruzamento entre 'Uruguai' e 'Comanche' feito no Brasil, e atualmente, é a cultivar mais plantada no país, além de ocupar uma posição de destaque no México, o terceiro maior produtor mundial de amoras-pretas (ANTUNES & HOFFMANN, 2012). Apresenta plantas de porte ereto, com espinhos e produz frutos grandes com 8 a 10 gramas de peso médio (MANICA, 2000). A coloração é preta e uniforme, o sabor equilibrado entre acidez e açúcar, consistente e firme, com película resistente e aroma ativo. Em geral, são recomendados para o consumo *in natura*, pelo fato de apresentarem conteúdo de sólidos solúveis entre 8 e 10 °Brix (MANICA, 2000).

A cultivar Guarani foi propagada por sementes na região de Pelotas, RS, as quais foram provenientes da Universidade de Arkansas, nos Estados Unidos. As plantas têm espinhos, são muito vigorosas, de porte ereto e apresentam alto perfilhamento (MANICA, 2000; ANTUNES & HOFFMANN, 2012). Os frutos são classificados como sendo de tamanho médio, pesando entre 5 e 6 gramas, apresentam uma coloração preta uniforme, tem consistência firme, de película resistente e com aroma ativo (MANICA, 2000). O teor de sólidos solúveis varia de 8 a 10 °Brix. Alguns trabalhos indicam que seus frutos são inferiores aos da Tupy em cor, sabor e tamanho (ANTUNES & HOFFMANN, 2012; CAMPAGNOLO & PIO, 2012). A maturação é precoce em alguns locais de produção. Essa cultivar é também recomendada para consumo *in natura*, além de matéria-prima para a industrialização (ANTUNES & HOFFMANN, 2012).

A cultivar Xavante foi um lançamento conjunto da Embrapa Clima Temperado e da Universidade de Arkansas. O grande diferencial desta cultivar é que possui hastes sem espinhos, o que facilita o manejo. É considerada de baixa necessidade em frio e sua maturação é precoce dependendo do local de cultivo. Os frutos têm forma alongada, firmeza média, sabor doce-ácido, predominando a acidez, com teor de sólidos solúveis em torno de 8° Brix. O tamanho dos frutos é considerado bom, com peso médio próximo a 6 gramas (ANTUNES & RASEIRA, 2004; ANTUNES & HOFFMANN, 2012).

A cultivar Cherokee foi desenvolvida na Universidade de Arkansas, Estados Unidos, e originada de cruzamento realizado em 1965 entre 'Darrow' e 'Brazos'. Foi lançada como cultivar em 1974. Tem um porte ereto, hastes vigorosas e com espinhos. Produz frutos de tamanho médio, com peso de 4,5 a 5,5 gramas, e apresentam uma consistência firme, os quais se soltam com facilidade da planta. O

teor de sólidos solúveis nos frutos variam entre 8 e 9 °Brix (MANICA, 2000; ANTUNES & RASEIRA, 2004). Esta cultivar é citada por Polling (1996) como detentora de frutos com ótimo *flavor* quando produzidos no Sudoeste dos Estados Unidos.

Segundo estimativas realizadas por Strik et al. (2008), são mais de 20 mil hectares de amoreira-preta distribuídos por todos os continentes, e são relatados na literatura inúmeras cultivares dessa fruteira (CLARK & FINN, 2011; CAMPAGNOLO & PIO, 2012). O conhecimento do desempenho dessas diferentes cultivares deve ser ampliado por meio de pesquisas devido a importância que essa cultura tem atingido mundialmente (PIO & GONÇALVES, 2014).

2.3 CONDIÇÕES CLIMÁTICAS PARA A AMOREIRA-PRETA E O POTENCIAL DO ESTADO DO PARANÁ

Os fatores climáticos são importantes para definir as regiões de cultivo da amoreira-preta, pois eles exercem maior ou menor influência, segundo a fase de desenvolvimento da planta (ANTUNES & RASEIRA, 2004).

As pequenas frutas são plantas originárias de regiões de clima temperado e, necessitam de repouso hibernar, que é promovido pela diminuição da temperatura no outono e inverno. Esse período coincide com a pouca exigência hídrica, pela baixa atividade respiratória. A exposição a baixas temperaturas, no intervalo entre 3°C e 9°C, estimula a formação de compostos bioquímicos e a concentração de hormônios que irão favorecer a brotação das gemas vegetativas e floríferas de modo mais uniforme (PEREIRA et al., 2009; ANTUNES & HOFFMANN, 2012).

A amoreira-preta se adapta bem em regiões com temperaturas moderadas no verão, sem intensidade luminosa elevada, com chuvas frequentes, mas sem excesso durante o período de frutificação e temperaturas baixas no inverno, suficientes para atender a necessidade de frio (ANTUNES & RASEIRA, 2004). No Brasil, os locais que apresentam as condições de satisfazer essas necessidades situam-se em praticamente toda a região Sul e áreas serranas do Sudeste, geralmente com altitude superior a 800 metros (ANTUNES & HOFFMANN, 2012).

Invernos com temperaturas amenas afetam a fisiologia da planta no que tange ao número de brotações emitidas. Menor número de brotos e folhas ocasionam redução na produção de frutos. Já temperaturas elevadas e alta radiação, acarretam em danos nos tecidos e prejuízos nos aspectos de qualidade. O sombreamento em excesso, por sua vez, reduz a disponibilidade de luz e a taxa fotossintética fica comprometida, estimulando o estiolamento dos ramos, enfraquecendo-os e depreciando a qualidade dos frutos (PEREIRA et al., 2009; ANTUNES & HOFFMANN, 2012).

O Estado do Paraná está localizado na região Sul do Brasil, entre as latitudes 22 e 27 °S, com acentuada variabilidade de clima, solos e relevo, que proporciona ambientes favoráveis para o cultivo de um grande número de espécies vegetais. Situado em uma região de transição climática, passa de um clima subtropical com invernos mais amenos ao Norte para uma condição que se aproxima de climas temperados ao Sul, onde os invernos são mais severos. Assim, se faz necessário identificar as regiões com características adequadas para cada espécie vegetal, para que o potencial agrícola possa ser maximizado (CARAMORI et al., 2013; IAPAR, 2013).

Possuindo áreas com características climáticas de clima temperado e devido a existência de cultivares adaptadas a invernos mais amenos, o Estado do Paraná possui aptidão para o cultivo da amoreira-preta, fazendo-se necessário o estudo e a caracterização das cultivares mais aptas para as condições paranaenses (PAGOT, 2010). A concentração de informações sobre o desenvolvimento e a capacidade de produção desta frutífera ocorre, atualmente, apenas nos municípios de Pelotas/RS, Farroupilha/RS, Vacaria/RS e Caldas/MG, havendo, portanto, a necessidade de estudos em outros locais, possibilitando o cultivo da amoreira-preta em novas regiões (PEREIRA et al., 2009; PIO & GONÇALVES, 2014).

2.4 FENOLOGIA DA AMOREIRA-PRETA

O estudo do comportamento fenológico da amoreira-preta permite conhecer o desenvolvimento da cultura, determinando-se qual o período de cada fase, o que possibilita a racionalização e otimização de práticas culturais (MANDELLI et al.,

2004). Porém, existem poucos estudos de fenologia relacionados à cultura, principalmente no Estado do Paraná e, os dados existentes não podem ser extrapolados de uma região para a outra tendo em vista as diferenças climáticas entre as regiões e que as épocas de floração e maturação podem variar, conforme o ano e local (HUMMER et al., 2007). Além disso, a produtividade depende, além do fator genético, da adaptabilidade da cultivar às condições climáticas, que interfere na formação das gemas floríferas e vegetativas (SILVA et al., 2006).

Sendo uma planta exigente em frio, os aspectos fenológicos podem variar de ano para ano, em função dessa exigência ter sido ou não satisfeita (CLARK & FINN, 2011). Curi (2012) encontrou uma variação entre 66 e 133 dias na duração do ciclo produtivo de dez cultivares de amoreira-preta em região de clima tropical de altitude. Campagnolo & Pio (2012) relatam variações entre 38 e 101 dias na duração da colheita em clima subtropical úmido.

2.5 ASPECTOS QUALITATIVOS DAS AMORAS-PRETAS

A qualidade do alimento compreende três aspectos fundamentais: nutricional, sensorial e microbiológico. O aspecto de qualidade sensorial é o mais intimamente relacionado à escolha do produto alimentício. Dessa maneira, as características de qualidade sensorial, tais como sabor, textura e aparência, precisam ser monitoradas por meio de estudos do consumidor (DUTCOSKY, 2007).

A coloração dos frutos é uma característica sensorial utilizada como parâmetro para seleção de muitos produtos no momento da compra, podendo também ser um indicativo de qualidade (FENNEMA, 2010). As antocianinas, um grupo de compostos fenólicos, são responsáveis pela cor atrativa dos frutos, tendo as amoras-pretas teores de ordem dos 67,7 a 230 mg 100g⁻¹ de fruto fresco (SOUSA et al., 2007). A cor das amoras é devido à presença de diferentes cianidinas, o principal grupo de pigmentos existentes, e de pelargonidinas, que existem em menor proporção. A cianidina 3-glucosido (Cy 3-Gl), é a principal responsável pela cor negra na amora-preta madura (SOUSA et al., 2007).

A amora-preta *In natura* é altamente nutritiva, sendo composta por água, proteínas, fibras, lipídeos e também carboidratos (VIZZOTTO, 2008). Os açúcares

constituem a maior parte dos compostos solúveis e os mais representativos são a glucose, frutose e a sacarose. Os ácidos orgânicos, tal como os açúcares, são importantes componentes do sabor e aroma dos frutos. Nas amoras-pretas os principais ácidos são o ácido málico e o isocítrico (SOUSA et al., 2007; JIMENEZ-GARCIA et al., 2012).

As amoras-pretas possuem ainda cálcio, fósforo, potássio, magnésio, ferro, selênio e várias vitaminas, sendo, no entanto, uma fruta de baixo valor calórico (52 cal em 100 g de frutos) (ANTUNES & HOFFMANN, 2012).

Além de variações nas propriedades físicas, quimicamente a composição das amoras-pretas é muito divergente (JIMENEZ-GARCIA et al., 2012). Na literatura são relatados valores de pH de 2,33, para a cultivar Wild da região do Patzcuaro/México, a valores de 4,28 para amora-preta da cultivar Evergreen da região de Wordburn/Estados Unidos (REYES-CARMONA et al., 2005).

Estudos realizados na Grécia relatam variações no conteúdo de sólidos solúveis entre 9,8 a 11,5% (PANTELIDIS et al., 2007). Reyes-Carmona et al. (2005) encontraram que genótipos de amoras-pretas cultivados no México apresentaram menores níveis de sólidos solúveis que aqueles cultivados na região de Oregon (EUA). Isso porque, segundo o autor, a quantidade de sólidos solúveis nos frutos está relacionada com a temperatura média da região produtora. Mota (2006) relata valores de acidez de 1,33% (em ácido cítrico) para amora-preta da cultivar Tupy oriunda de Minas Gerais/Brasil, enquanto Jacques (2009) relata valores de 0,11% (em ácido cítrico) para frutos da mesma cultivar oriundos do Rio Grande do Sul/Brasil.

2.5.1 Componentes bioativos em amoras-pretas

A Organização Mundial da Saúde (OMS) enfatiza a importância dos compostos bioativos, especialmente das pequenas frutas, para a prevenção dos problemas de saúde como doenças cardiovasculares, diabetes, câncer e obesidade (JIMENEZ-GARCIA et al., 2012). Sabe-se que a amora-preta é rica em antioxidantes, usados na prevenção de danos celulares causados por compostos chamados “radicais livres” (SEERAM et al., 2006). A proteção antioxidante contra

danos ocasionados por esses radicais é vital para a integridade das estruturas celulares e das macromoléculas (FENNEMA, 2010).

A maior parte do efeito antioxidativo é atribuída ao conteúdo de polifenóis, que são compostos metabólicos secundários que podem interferir na formação ou na captura dos radicais livres, dependendo da sua estrutura (PERKINS-VEAZIE, 2002; SEERAM et al., 2006). Podem também desencadear indiretamente mudanças na expressão gênica impedindo possíveis quadros patológicos, proteger o DNA contra danos, melhorar o sistema imunológico e promover a modulação hormonal (FIGURA 2) (SEERAM et al., 2006; FENNEMA, 2010).



FIGURA 2 - FUNÇÕES DOS CONSTITUINTES QUÍMICOS ENCONTRADOS NAS PEQUENAS FRUTAS. FONTE: Modificado pelo autor (2014).

Um estudo realizado por Heinonen et al. (1998), objetivou estudar a atividade antioxidante e os compostos fenólicos presentes em extratos do grupo de frutos conhecidos como *berries*, ou seja, as pequenas frutas. Dentre as 12 espécies analisadas, a amora-preta (*blackberry*) foi a que apresentou maior quantidade de polifenóis (4350 mg GAE/Kg) e maior habilidade em inibir a oxidação do LDL humano por compostos produzidos pela oxidação *in vitro* catalisada por íons de cobre (60,6% de inibição).

Entretanto, a composição e concentração de fenólicos em amoras-pretas variam consideravelmente, pois são influenciadas por fatores genéticos, região geográfica, temperatura do cultivo, estação de crescimento, estresses ambientais e ponto de maturação (REYES-CARMONA et al., 2005; KAUME et al., 2012; JIMENEZ-GARCIA et al., 2012). Porém as diferenças observadas na capacidade antioxidante e/ou no conteúdo de compostos fenólicos em amoras-pretas adaptadas em diferentes regiões não foram ainda completamente investigadas (REYES-CARMONA et al., 2005).

Reyes-Carmona et al. (2005) relatam que variações sazonais ou diferenças regionais influenciaram a capacidade antioxidante de frutos da cultivar 'Brazos'. Connor et al. (2005), demonstraram que há interações significativas entre genótipo, o ambiente e a época de cultivo em relação ao conteúdo total de antocianinas em amoras-pretas e amoras híbridas. Além disso, segundo os autores, houve diferenças entre as cultivares para a atividade antioxidante total nos frutos, sendo que a variação entre as cultivares chegou a 55%. Cho et al. (2004), encontraram variações em relação ao tipo de flavonoide predominante nos frutos quando analisaram 6 genótipos de amoreira-preta, mostrando que as variações não se limitam apenas a quantidade, mas também na qualidade de compostos bioativos.

3 DESEMPENHO DE CULTIVARES DE AMOREIRA-PRETA EM CERRO AZUL-PR

RESUMO

A amoreira-preta tem potencial para ser cultivada em climas subtropicais, sendo necessários para isso, estudos fenológicos para a indicação de cultivares adaptadas para estas regiões. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento fenológico de quatro cultivares de amoreira-preta, bem como determinar a qualidade de seus frutos produzidos em Cerro Azul-PR, com foco na recomendação de cultivares mais adaptadas à região. Para tanto, avaliou-se o desempenho fenológico e produtivo das cultivares Tupy, Guarani, Xavante e Cherokee, bem como as características físicas e químicas de seus frutos. O maior ciclo produtivo observado e as melhores produções e produtividades foram obtidas para a cultivar Guarani e frutos maiores foram apresentados pela cultivar Tupy. Porém, nenhuma cultivar atingiu a produtividade esperada nos primeiros dois ciclos produtivos. A melhor relação entre acidez titulável e sólidos solúveis foi apresentado pela cultivar Cherokee. Para o plantio em escala comercial, sugerem-se estudos de manejo do pomar para melhor adaptação nas condições locais.

Palavras-chaves: *Rubus*, fenologia, pós-colheita, Tupy, Guarani, Xavante e Cherokee.

3.1 INTRODUÇÃO

Entre as pequenas frutas, a amoreira-preta é a segunda espécie mais cultivada mundialmente, principalmente por seus frutos serem ricos em substâncias nutraceuticas (SEERAM et al., 2006; FERREIRA et al., 2010). No momento, nota-se a iniciativa de muitos agricultores em revitalizar e renovar os pomares, bem como investir em aumento da área de plantio. Entretanto, o conhecimento do comportamento das cultivares de amoreira-preta disponíveis ainda é escasso, e fatores relativos as características da espécie em função das condições climáticas

são decisivos para a definição da produtividade e qualidade dos frutos em um determinado local (STRICK et al., 2008).

A amoreira-preta tem potencial para ser cultivada em uma grande amplitude de climas, inclusive nos subtropicais, devido a existência de cultivares com requerimentos em frio hibernal variados, tais como, a Tupy (moderada necessidade em frio) e a Cherokee (média a alta necessidade em frio) (POLLING, 1996; MANICA 2000; ANTUNES & HOFFMANN, 2012; PIO & GONÇALVES, 2014). Entretanto, além do frio, o calor é necessário para estimular a brotação e favorecer um intenso florescimento, altas produções e ainda, proporcionar um adiantamento da colheita. Porém, a concentração de informações sobre o cultivo da amoreira está em regiões de clima temperado e o potencial de cultivo em outros locais permanece pouco explorado.

Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento fenológico de cultivares de amoreira-preta, bem como determinar a qualidade de seus frutos nas condições de Cerro Azul-PR, clima subtropical mesotérmico.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

As cultivares estudadas foram Tupy, Guarani, Xavante e Cherokee. As mudas foram plantadas em 2011 no espaçamento 1,0 x 4,0 m, no Município de Cerro Azul-PR, em área cujas Coordenadas são 24°53'S 49°14' W e 659 m de altitude. O clima local, segundo a classificação climática de Köppen é subtropical mesotérmico (Cfa). Os tratos culturais e a adubação seguiram um mesmo padrão para todas as cultivares e foram realizados de acordo com a análise de solo e recomendações técnicas para a cultura (ANTUNES & HOFFMANN, 2012).

A análise de solo, realizada antes do plantio, demonstrou os seguintes teores de nutrientes: P = 6,6 mg.dm⁻³; C = 21,05 mg.dm⁻³; Al = 0 cmol.dm⁻³; H+Al = 4,96 cmol.dm⁻³; Ca = 2,8 cmol.dm⁻³; Mg = 2,1 cmol.dm⁻³; K = 0,32 cmol.dm⁻³; S = 5,22 cmol.dm⁻³; CTC = 10,18 cmol.dm⁻³; V = 51,27%; e, pH = 5. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo seis plantas por parcela e quatro tomadas como úteis. O sistema de condução foi o de espaldeira com três linhas duplas de arames abertos em V.

Nos anos de 2012 e 2013 as plantas foram avaliadas semanalmente. As avaliações fenológicas foram realizadas de acordo com a descrição dos estádios de desenvolvimento de gemas (ANTUNES, 2000), nas datas de início da floração (mais de 5% das flores abertas), fim da floração (90% das flores abertas), início e final da colheita. Os frutos foram colhidos quando atingiram o estágio de maturação plena, ou seja, quando a película atingiu a coloração preta brilhante (ANTUNES & HOFFMANN, 2012). A produção média por planta (kg por planta) e a produtividade estimada por hectare (t ha⁻¹) foram determinadas com base na densidade de plantas por hectare e na massa fresca dos frutos.

Para a caracterização física e química dos frutos foram analisadas as seguintes variáveis: massa fresca (g); diâmetro equatorial e longitudinal (mm); coloração da epiderme dos frutos; pH; teor de sólidos solúveis totais (SS); acidez total titulável (AT). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos, sendo 4 repetições por tratamento e 25 frutos por parcela.

A avaliação da coloração dos frutos foi realizada com auxílio de um colorímetro, no qual se avaliou a diferença de cor entre as amostras, bem como as diferenças de tonalidade e luminosidade entre elas. Os parâmetros utilizados foram L*, a* e b*, e a tonalidade das amostras determinada a partir da razão entre b* e a*. A diferença total de coloração foi determinada a partir da seguinte equação:

$$\text{Diferença total de cor } (\Delta E) = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$$

O pH foi avaliado com o auxílio de um pHmetro de escala entre 1 e 14, sendo que o eletrodo de medida foi inserido diretamente no suco do fruto de amora-preta (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 2005).

A AT foi avaliada por titulometria de neutralização segundo metodologia descrita por Reyes-Carmona (2005), em que um volume conhecido do suco de amora-preta foi titulado com 0,1 N NaOH até o pH atingir 8,2. O volume de NaOH usado foi requerido para calcular a AT, que é expressa em porcentagem de ácido cítrico.

O teor de SS foi medido em °Brix, com um refratômetro, com a leitura direta através da adição de uma gota do suco do fruto sobre o prisma do aparelho (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 2005).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) que, quando significativa, foi complementada com a comparação das médias pelo Teste de Tukey com $p \leq 0,05$.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de precipitação acumulada ao longo dos meses em Cerro Azul-PR, revelam que houve grande variação entre os meses e os anos no local, com um total variando de 0 a 270,2 mm (FIGURA 3). A amoreira-preta por ter um sistema radicular superficial, necessita de disponibilidade regular de água, o que não foi atendido na região de Cerro Azul-PR. Além disso, houve em 2012/13, uma concentração de chuvas no mês de dezembro, o que pode ter contribuído para a redução da qualidade dos frutos, visto que as plantas estavam na fase de colheita.

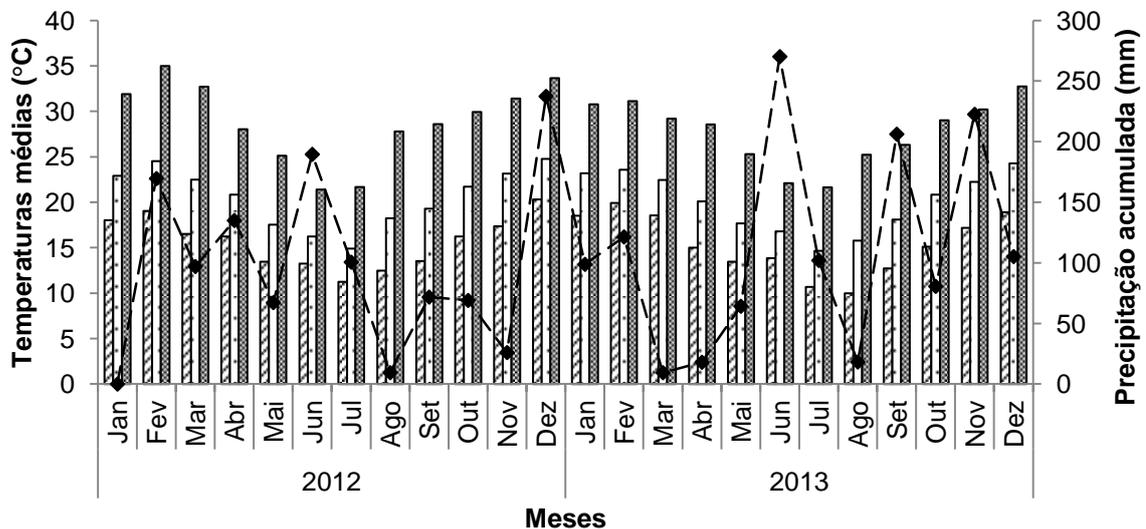


FIGURA 3 – TEMPERATURAS MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMA (°C) MENSAIS, E PRECIPITAÇÃO ACUMULADA (MM) NOS ANOS 2012 E 2013. CERRO AZUL-PR. (TEMPERATURA MÍNIMA ; TEMPERATURA MÉDIA ; TEMPERATURA MÁXIMA ; PRECIPITAÇÃO ACUMULADA ). FONTE: SIMEPAR (2012/2013).

Observa-se que em ambos os ciclos produtivos, houve temperaturas baixas no período de inverno, porém também houve temperaturas altas, acima de 20 °C

(FIGURA 3). Essa irregularidade térmica durante o período hibernal não é indicado para a cultura, pois o frio é fundamental nesse período para proporcionar um bom índice de brotação e para que as amoreiras-pretas iniciem um novo ciclo vegetativo. Oscilações durante esse período podem fazer com que a planta permaneça dormente por um período maior ou que ocorram brotação e floração desuniformes, interferindo diretamente na produtividade das plantas (ANTUNES & HOFFMANN, 2012). Além disso, temperaturas médias superiores a 25 °C favorece o crescimento vegetativo em detrimento do reprodutivo em amoreiras-pretas.

Variações nos estádios fenológicos da colheita e do florescimento entre as cultivares nos ciclos 2012/13 e 2013/14 foram detectadas (FIGURA 4). O florescimento das cultivares Tupy, Guarani e Xavante, que possuem menor exigência em frio hibernal, pode estar relacionado com o início das chuvas em setembro, visto que em agosto, nos dois ciclos produtivos ocorreu um período de estresse hídrico. Isso porque, em cultivares que apresentam moderada necessidade às baixas temperaturas, a brotação das gemas começa a ocorrer quando se iniciam às chuvas e ocorre elevação da temperatura (PIO & GONÇALVES, 2014). A cultivar que apresentou a menor duração do florescimento nos dois ciclos foi a Cherokee. O maior período de florescimento foi observado primeiramente na cultivar Guarani e depois, na Xavante (FIGURA 4).

O prolongamento do período de floração da amoreira-preta está associado a insuficiência de frio hibernal e resulta na ocorrência de diferentes estádios fenológicos simultaneamente na mesma planta (ANTUNES & HOFFMANN, 2012). O final do florescimento e o início da colheita quase coincidiram para algumas cultivares, sendo observada uma falta de definição quanto ao estágio fenológico em muitas plantas, com a ocorrência no mesmo ramo de brotos, flores e frutos.

O período de colheita, no ciclo 2012/13 foi maior para a cultivar Tupy, Guarani e Xavante e o pico dessa fase coincidiu para estas três cultivares, não ocorrendo um escalonamento da produção (FIGURA 4). Além disso, a colheita de todas as cultivares aqui estudadas, em condições de clima temperado, também se inicia a partir de novembro (ANTUNES & RASEIRA, 2004). Assim, o clima mais quente não proporcionou uma antecipação no período de colheita.

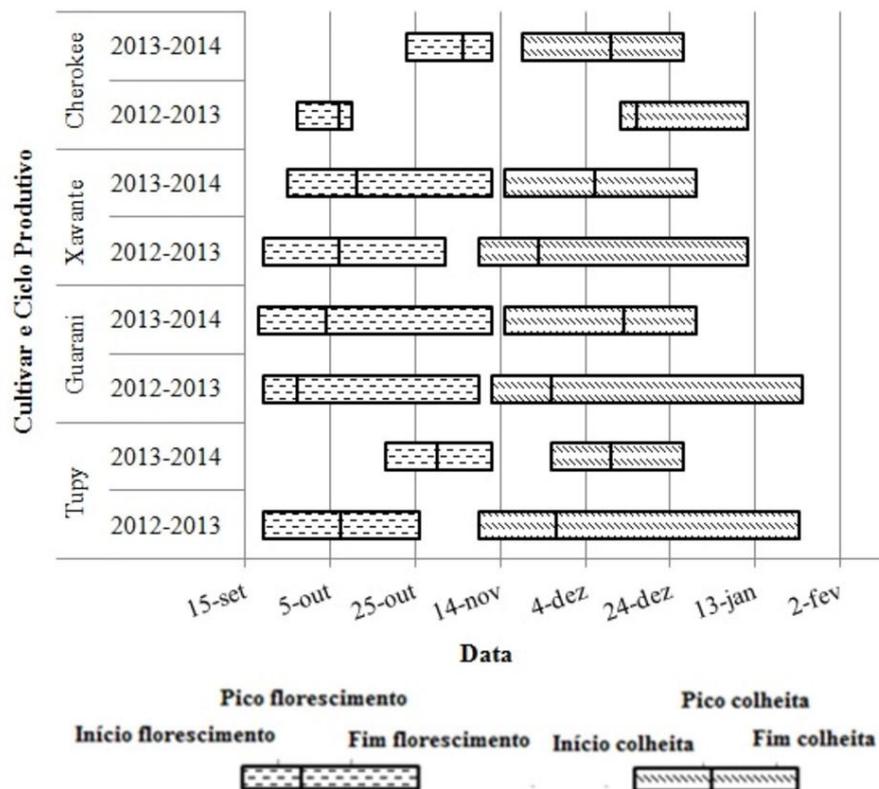


FIGURA 4 – PERÍODO DE FLORESCIMENTO E COLHEITA EM AMOREIRAS-PRETAS NOS CICLOS DE PRODUÇÃO 2012-2013 E 2013-2014. CERRO AZUL – PR. FONTE: O autor (2014).

Segundo Antunes (2002) a produtividade das amoreiras-pretas pode alcançar até $10.000 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ sob condições adequadas. Santos et al. (1997) relataram que a produção média de amora-preta é de 5000 kg ha^{-1} , 7500 kg ha^{-1} , $12.000 \text{ kg ha}^{-1}$ para o primeiro, segundo e terceiros anos de produção, respectivamente. As melhores produções e produtividades em Cerro Azul-PR foram as das cultivares Tupy e Guarani em 2012/13, e da Guarani em 2013/14, porém os valores encontrados ficaram abaixo da expectativa. (TABELA 1). Um dos fatores que certamente contribuiu para tal resultado foi o baixo nível de fertilidade do solo e a impossibilidade de se realizar adubações orgânicas, em virtude da indisponibilidade deste produto na região.

Apesar de não quantificado o dano, no campo foi observada a presença de pragas como besouros desfolhadores, formigas e a broca-da-amora, sendo a intensidade do ataque visivelmente maior em 2013/14. Isto certamente contribuiu para a baixa produtividade, principalmente no que diz respeito a cultivar Tupy, que pareceu ser a mais suscetível ao ataque. Entretanto, maiores estudos devem ser

realizados, para identificar as principais pragas da cultura nestas condições e apontar o manejo integrado.

A cultivar Cherokee, dentre as quatro estudadas, é a mais exigente em frio (POLING, 1996; ANTUNES & RASEIRA, 2004). Como sua exigência não foi satisfeita neste clima, baixas produtividades foram obtidas em ambos os ciclos (TABELA 1).

TABELA 1 - DESEMPENHO PRODUTIVO DAS CULTIVARES DE AMOREIRA-PRETA NOS CICLOS DE 2012-2013 E 2013-2014. CERRO AZUL-PR.

	Produção (g planta ⁻¹)		Produtividade (kg ha ⁻¹)		Massa (g fruto ⁻¹)	
	2012/13	2013/14	2012/13	2013/14	2012/13	2013/14
Tupy	1291,2a	260,8c	3228,1a	651,9c	8,1a	7,8a
Guarani	1099,5a	2028,9a	2748,7a	5072,3a	4,9b	3,5c
Xavante	205,9b	1576,8b	514,8b	3942,1b	4,7b	4,7b
Cherokee	171,8b	295,8c	429,5b	739,5c	3,3c	4,8b
CV (%)	16,02	18,91	16,02	12,09	7,72	5,44

MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA NA COLUNA NÃO DIFEREM ENTRE SI. TESTE TUKEY $P \leq 0,05$.

Em relação a massa dos frutos, os mais pesados foram os da cultivar Tupy, que chegou a atingir 8,1 g em 2012/13 (TABELA 1). Este valor é superior ao encontrado por Peruzzo et al. (1995), de 5,6 g para esta mesma cultivar em região de clima temperado. ANTUNES et al. (2010), avaliando cinco cultivares e duas seleções de amoreira-preta, também em clima temperado, observaram diferenças significativas entre as massas dos frutos obtidos, que, de uma forma geral, foram inferiores aos valores obtidos neste trabalho. Massas maiores estão diretamente relacionadas a diâmetros de frutos maiores (TABELA 2).

Fisiologicamente, as plantas apresentam uma relação inversa entre número e tamanho de frutos (TAIZ & ZEIGER, 2004). Tamanhos maiores são obtidos quando a planta produz menos frutos, e, como a produção foi baixa, os frutos produzidos foram maiores. Frutos com maiores diâmetros longitudinal e equatorial foram apresentados pela Tupy em ambos os ciclos e pela Xavante em 2013/14 (TABELA 2).

A cor é um importante parâmetro para produtores e consumidores, pois indica se o fruto apresenta ou não as condições ideais para comercialização e consumo. Em geral, consumidores têm preferência por frutos de coloração forte e brilhante (CECCHI, 2003). Neste sentido, variações foram observadas entre as amoras-pretas para o parâmetro ΔE , que indica a diferença total de coloração da amostra. Colorações menos escuras foram observadas para as amoras-pretas das cultivares Tupy em 2012/13 e Xavante em 2013/14 (TABELA 2).

TABELA 2 – VALORES MÉDIOS DE DIÂMETRO LONGITUDINAL E EQUATORIAL E DIFERENÇA TOTAL DE COLORAÇÃO (ΔE) DAS AMORAS-PRETAS NOS CICLOS 2012-2013 E 2013-2014. CERRO AZUL-PR.

	Diâmetro longitudinal (mm)		Diâmetro equatorial (mm)		Diferença de coloração (ΔE)	
	2012/13	2013/14	2012/13	2013/14	2012/13	2013/14
Tupy	28,3a	22,9a	23,6a	18,7a	9,0b	9,6a
Guarani	22,6b	18,5b	20,3ab	16,7ab	13,2a	8,7a
Xavante	21,9b	21,1a	19,7b	18,1a	11,2ab	7,8b
Cherokee	16,9c	14,2c	17,3b	13,7b	11,9a	8,0ab
CV (%)	4,12	3,89	4,08	3,21	9,82	9,81

MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA NA COLUNA NÃO DIFEREM ENTRE SI. TESTE TUKEY $P \leq 0,05$.

A percepção da cor pelo nosso sistema visual é feita de forma tridimensional, e o valor de ΔE isolado não é suficiente para a predição da coloração de uma amostra (NINDO et al., 2003). Assim, para um melhor entendimento, plotou-se os valores de L^* (luminosidade) contra a relação entre b^*/a^* , que indica a tonalidade (Hue) do fruto (FIGURA 5).

Evidencia-se que as cultivares são diferentes em termos de coloração, sendo a Xavante a cultivar com frutos de maior luminosidade ou brilho e maior quantidade da cor vermelha em relação a azul, e, os frutos da cultivar Tupy, com menor luminosidade e maior quantidade da cor azul em relação a vermelha. Além disso, as amoras-pretas da cultivar Cherokee revelam-se com a maior quantidade da cor azul, dentre todas as estudadas, o que interfere na coloração percebida pela nossa visão, podendo influenciar na decisão de compra pelo consumidor.

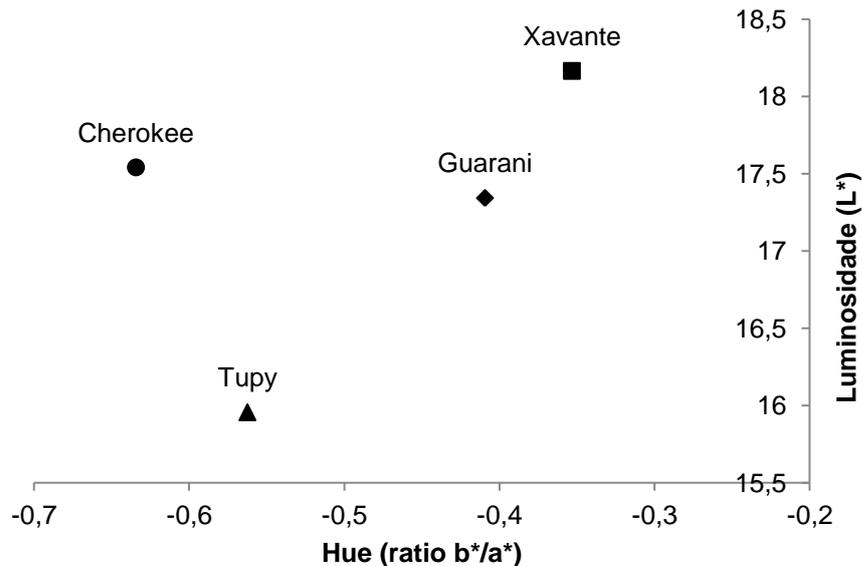


FIGURA 5 – VALORES DE HUE E LUMINOSIDADE DOS FRUTOS DE AMOREIRA-PRETA, EM 2013-2014. COEFICIENTE DE VARIAÇÃO: 6,22%. CERRO AZUL-PR.

Os valores de pH das amoras-pretas ficaram na faixa entre 3,0 e 3,3, sem significância na análise de variância entre as distintas cultivares (TABELA 3). Os valores de pH apresentados são baixos, devido as suas características naturais de sabor ácido a doce ácido dos frutos (ANTUNES & HOFFMANN, 2012). Esta é uma característica desejável para a industrialização. O pH do sistema, por exemplo, interfere diretamente na formação de géis para a fabricação de geléias, e as condições ótimas para que esta formação ocorra estão próximas de um pH igual a 3,2 (GAVA, 1978). Além disso, a manutenção de um pH baixo no fruto é importante porque garante a retenção do sabor e odor ao produto (CECCHI, 2003).

A acidez total titulável é um importante parâmetro utilizado que diz respeito a presença de ácidos orgânicos que também influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e manutenção da qualidade do alimento (CECHI, 2003). As amoras-pretas avaliadas neste estudo se mostraram com acidez titulável entre 0,9% a 2,7% de ácido cítrico, porém houve significância na análise de variância das amostras apenas em 2013/14, sendo a cultivar Cherokee a mais ácida neste período (TABELA 3). Hassimotto et al. (2008), encontraram diferenças no teor de ácido cítrico das amoras-pretas da cultivar Tupy e Guarani, com os frutos da Tupy apresentando a menor acidez. Já Hirsch et al. (2012), não encontraram diferenças significativas para esta propriedade nas amoras-pretas das cultivares Tupy, Guarani e Cherokee.

O teor de SS das amostras, que é um indicativo do teor de açúcares, variou entre 7,6 e 9,3 °Brix, com diferenças entre as cultivares (TABELA 3). Em 2012/13, a cultivar Xavante apresentou valores inferiores de SS, o que já se esperava por ser característica da cultivar produzir frutos levemente amargos. Em contrapartida, em 2013/14 a cultivar Tupy apresentou os frutos com os menores teores de SS. Este resultado surpreende, porque a Tupy é sempre relatada na literatura por possuir frutos mais doces com teores de SS entre 8 e 10 °Brix (ANTUNES & RASEIRA, 2004).

Esse sabor mais ácido verificado para a Tupy pode também ser consequência do ataque de pragas que ocorreu principalmente nesta cultivar. Isso porque, a incidência de pragas acarretou em severa desfolha nas plantas da Tupy, diminuindo a área fotossinteticamente ativa e conseqüentemente, reduzindo a produção de fotoassimilados transportados para os frutos (TAIZ & ZEIGER, 2004).

TABELA 3 – PROPRIEDADES QUÍMICAS DOS FRUTOS DE AMOREIRA-PRETA NAS SAFRAS 2012-2013 E 2013-2014. CERRO AZUL-PR.

	pH		Acidez titulável (% ácido cítrico)		Sólidos solúveis (°Brix)		Relação (SS/AT)	
	2012/13	2013/14	2012/13	2013/14	2012/13	2013/14	2012/13	2013/14
Tupy	3,0 ^{ns}	3,0 ^{ns}	2,4 ^{ns}	1,2b	8,4ab	7,6b	3,4b	6,6b
Guarani	3,1	3,1	2,7	1,3a	9,0a	8,7a	3,3b	6,5b
Xavante	2,9	3,1	2,5	1,5a	8,1b	8,8a	3,2b	6,0b
Cherokee	2,9	3,2	2,0	0,9c	9,2a	8,8a	4,6a	10,1a
CV (%)	14,00	5,90	13,80	8,64	5,36	7,02	7,23	7,12

MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA NA COLUNA NÃO DIFEREM ENTRE SI. TESTE TUKEY $P \leq 0,05$. NS: NÃO SIGNIFICATIVO.

A melhor relação entre SS e AT foi apresentada pelas amoras-pretas da cultivar Cherokee em 2013/14, indicando que seus frutos possuem melhor sabor dentre as cultivares estudadas quando produzidos na região de Cerro Azul-PR. Pio & Gonçalves (2014) relataram que o bom equilíbrio entre acidez e açúcar para as amoras-pretas ocorre com a relação de SS e AT próximo a 9,0.

O desenvolvimento de cultivares de amoreira-preta com baixo requerimento em frio tem permitido o plantio dessa espécie em regiões de clima subtropical e tropical, como por exemplo, em São Paulo e Minas Gerais (ANTUNES &

HOFFMANN, 2012). Porém, com os resultados apresentados neste trabalho, nota-se que o manejo do pomar nesta região precisa de estudos mais aprofundados e adaptados às condições locais.

3.4 CONCLUSÃO

Em Cerro Azul-PR, os melhores resultados foram observados com a cultivar Guarani. Entretanto, a produtividade foi inferior a média desta cultivar em outras regiões. Frutos maiores foram produzidos pela cultivar Tupy. Esta mesma cultivar apresentou maior produção no ciclo 2012/13, porém devido ao ataque de pragas esses índices foram reduzidos em 2013/14. Para o plantio em escala comercial, sugerem-se estudos de manejo do pomar para melhor adaptação nas condições locais.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, L.E.C. Blossom and ripening periods of blackberry varieties in Brazil. **Journal American Pomological Society**, University Park, v.54, n.4, p.164-168, 2000.

ANTUNES, L.E.C. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, p.151-158, 2002.

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

ANTUNES, L. E. C.; HOFFMANN, A. Pequenas frutas – O produtor pergunta, a Embrapa responde. 1 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 194 p.

ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. C. B. **Aspectos Técnicos da Cultura da Amora-preta**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 27 p.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2 ed. rev. Campinas: Unicamp, 2003. 123p.

FERREIRA, D. S.; ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z. Compostos bioativos presentes em amora-preta (*Rubus* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 664-674, 2010.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. São Paulo, Nobel, 1978. 284 p.

HASSIMOTTO, N. M. A.; MOTA, R. V.; CORDENUNSI, B. R.; LAJOLO, F. M. Physico-chemical characterization and bioactive compounds of blackberry fruits (*Rubus* sp.) grown in Brazil. **Ciência e Tecnologia dos Alimentos**, Campinas, v.28, p.702-708, 2008.

HIRSCHI, G. E.; FACCO, E. M. P.; RODRIGUES, D. B.; VIZZOTTO, M.; EMANUELLI, T. Caracterização físico-química de variedades de amora-preta da região sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 5, p. 942-947, 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise dos alimentos**. 4.ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2005. 1020 p.

MANICA, I. **Fruteiras nativas, silvestres e exóticas I – técnica de produção e mercado**. 1.ed. Campinas: 5 continentes, 2000. p. 45-89.

NINDO, C. I.; SUN, T.; WANG, S.W.; TANG, J.; POWERS, J.R. Evaluation of drying technologies for retention of physical quality and antioxidants in asparagus (*Asparagus officinalis*, L.). **Society of Food Science and Technology**, Washington, v. 36, p. 507-516, 2003.

PERUZZO, E. L.; DALBÓ, M. A.; PICCOLI, P. S. Amora-preta: variedades e propagação. **Agropecuária Catarinense**, Lages, v. 8, n. 3, p. 53-55, 1995.

POLING, E. B. Blackberries. **Journal of Small Fruit and Viticulture**, Binghamton, v.14, n.1-2, p.38-69, 1996.

PIO, R; GONÇALVES, E. D. Cultivo da amoreira preta. In: PIO, R. **Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais**. 1.ed. Lavras: MG, 2014. p. 186-221.

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

SANTOS, A.M.; RASEIRA, M.C.B. **Lançamento de cultivares de amoreira-preta**. Pelotas: EMBRAPA - CNPFT, 1997. 3 p. (EMBRAPA: Informativo 23).

SEERAM, N. P.; ADAMS, L. S.; ZHANG, Y.; LEE, R.; SAND, D.; SCHEULLER, H. S.; HEBER, D. Blackberry, Black Raspberry, blueberry, cranberry, Red Raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 54, p. 9329-9339, 2006.

STRIK, B. Worldwide production of blackberries. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 777, p. 209-218, 2008.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 824 p.

4 DESEMPENHO DE CULTIVARES DE AMOREIRA-PRETA EM CLIMA TEMPERADO

RESUMO

Estudos fenológicos com cultivares de amoreira-preta e a caracterização física, química e sensorial dos seus frutos são necessários para a escolha da cultivar mais adaptada às condições locais e para a destinação correta das amoras-pretas. Assim, objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento fenológico de diferentes cultivares de amoreira-preta, bem como determinar a qualidade de seus frutos com foco na recomendação de cultivares que sejam mais adaptadas ao clima local e que possam ser utilizadas para a diversificação do plantio. Além disso, buscou-se indicar qual a melhor destinação dos frutos produzidos, seja para consumo *in natura*, seja para matéria-prima na industrialização. Para tanto, avaliou-se o desempenho fenológico e produtivo das cultivares Tupy, Guarani, Xavante e Cherokee, e as características físicas, químicas e sensoriais dos seus frutos. Os resultados indicam que as cultivares estudadas tiveram condições adequadas para a expressão máxima do seu potencial produtivo, sendo a cultivar Tupy a mais produtiva. Os frutos das cultivares Tupy, Guarani e Cherokee, apresentaram dupla aptidão, ou seja, podem ser consumidos *in natura* ou destinados à industrialização, já os da cultivar Xavante são adequados apenas para o processamento na indústria de alimentos.

Palavras chaves: *Rubus*, fenologia, análise sensorial, pós-colheita, Tupy, Guarani, Xavante, Cherokee.

4.1 INTRODUÇÃO

Dentre as fruteiras de clima temperado, a amoreira-preta tem despertado o interesse de produtores, pelo seu alto valor econômico agregado e rusticidade das plantas. Além disso, a demanda por parte dos consumidores é crescente, devido à qualidade nutracêutica inerente à composição de seus frutos (STRIK et al., 2008). Estima-se que há aproximadamente 20 mil ha cultivados em todo o mundo. Na

América do Sul, a área com amoreira-preta é superior a 2500 ha com potencial para a expansão do cultivo (PIO & GONÇALVES, 2014).

A amoreira-preta possibilita rápido retorno econômico, pois as plantas, se bem adaptadas, podem atingir altas produções logo no primeiro ciclo produtivo. Seus frutos são delicados *in natura*, porém podem ser destinados ao processamento industrial, visto que seus produtos são de fácil comercialização, em decorrência do sabor peculiar e do apelo nutricional do fruto.

Apesar de ser uma planta rústica, é preciso diminuir os riscos de insucesso inerentes a qualquer cultura, através da diversificação do plantio com o uso de mais de uma cultivar. Além de maior segurança, a diversificação do plantio com cultivares diferentes, pode proporcionar um escalonamento da produção, benéfico por diluir a mão-de-obra com a colheita e possibilitar a entrada de frutos no mercado precocemente. Entretanto, antes de se escolher a cultivar, é importante a realização de estudos que tornem disponíveis informações que determinem quais cultivares são mais adaptadas às condições locais, quais são os períodos de concentração da produção e qual é o potencial de produção e comercialização dos frutos produzidos (SILVA et al., 2006).

Neste cenário, objetivou-se com este trabalho avaliar o comportamento fenológico de cultivares de amoreira-preta, bem como determinar a qualidade de seus frutos com foco na recomendação de cultivares que sejam mais adaptadas ao clima local e que possam ser utilizadas para a diversificação do plantio. Além disso, buscou-se indicar qual a melhor destinação dos frutos produzidos, seja para consumo *in natura*, seja para matéria-prima na industrialização.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Área e material de estudo

As cultivares estudadas foram Tupy, Guarani, Xavante e Cherokee. As mudas foram plantadas em 2011 no espaçamento 1,0 x 4,0 m, no Município da Lapa-PR, nas Coordenadas 25°47'S 49°46'W e 910 m de altitude. O clima é temperado

propriamente dito (Cfb) segundo classificação climática de Köppen. Na área de cultivo foi utilizada irrigação por gotejamento. Os tratos culturais, o manejo da irrigação e a adubação seguiram o mesmo padrão para todas as cultivares e foram realizados de acordo com os resultados da análise de solo e as recomendações técnicas para a cultura (ANTUNES & HOFFMANN, 2012).

A análise de solo, realizada antes do plantio, demonstrou os seguintes teores de nutrientes: P = 20,4 mg.dm⁻³, C = 22,2 mg.dm⁻³, Al = 0 cmol.dm⁻³; H+Al = 4,3 cmol.dm⁻³, Ca = 10,0 cmol.dm⁻³, Mg = 3,9 cmol.dm⁻³, K = 0,3 cmol.dm⁻³, SB = 14,2 cmol.dm⁻³, CTC = 18,5 cmol.dm⁻³, V = 77,0%; e, pH = 5,6.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo seis plantas por parcela e quatro tomadas como úteis. O sistema de condução foi o de espaldeira com três linhas duplas de arames abertos em V.

4.2.2 Fenologia

Nos ciclos de 2012/13 e 2013/14 as plantas foram avaliadas semanalmente. As avaliações fenológicas foram realizadas de acordo com a descrição dos estádios de desenvolvimento de gema (ANTUNES, 2000), nas datas de início da floração (mais de 5% das flores abertas), fim da floração (90% das flores abertas), início e final da colheita. Os frutos foram colhidos quando atingiram o estágio de maturação plena, ou seja, quando a película atingiu a coloração preta brilhante (ANTUNES & HOFFMANN, 2012). A produção média por planta (kg por planta) e a produtividade estimada por hectare (t ha⁻¹) foram determinadas com base na densidade de plantas por hectare e na massa fresca dos frutos.

4.2.3 Caracterização física e química dos frutos

Para a caracterização física e química dos frutos foram analisadas as seguintes variáveis: massa fresca (g); diâmetro equatorial e longitudinal (mm); coloração da epiderme dos frutos; textura; pH; acidez total titulável (AT); e, teor de

sólidos solúveis totais (SS). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com 4 tratamentos, sendo 4 repetições por tratamento e 25 frutos por parcela.

A determinação da coloração dos frutos foi realizada com auxílio de um colorímetro, com o qual se avaliou a diferença de cor entre as amostras, bem como as diferenças de tonalidade e luminosidade entre elas. Os parâmetros utilizados foram L^* , a^* e b^* , e a tonalidade das amostras determinada a partir da razão entre b^* e a^* . A diferença total de coloração foi determinada a partir da seguinte equação:

$$\text{Diferença total de cor } (\Delta E) = (\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)^{1/2}$$

A textura foi mensurada com auxílio de um texturômetro utilizando-se uma sonda cilíndrica de 36 mm de diâmetro, com uma compressão de 40% da sua altura e velocidade de $1,5 \text{ mm s}^{-1}$, conforme descrito por Oliveira et al. (2013).

O pH foi avaliado com o auxílio de um pHmetro de escala entre 1 e 14, sendo que o eletrodo de medida foi inserido diretamente no suco do fruto de amora-preta (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 2005).

A AT foi avaliada por titulometria de neutralização segundo metodologia descrita por Reyes-Carmona (2005), em que um volume conhecido do suco de amora-preta foi titulado com 0,1 N NaOH até o pH atingir 8,2. O volume de NaOH usado foi requerido para calcular a AT, que é expressa em porcentagem de ácido cítrico.

O teor de SS foi medido em °Brix, por meio de um refratômetro, com a leitura direta através da adição de uma gota do suco do fruto sobre o prisma do aparelho (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 2005).

4.2.4 Análise sensorial dos frutos

Para o teste de aceitabilidade dos frutos, o projeto de pesquisa foi submetido à avaliação e aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos do Setor de Ciências da Saúde da Universidade Federal do Paraná, sendo aprovado através do parecer CEP/SD-PB nº 376.500.

Os frutos foram colhidos em Novembro de 2013 e higienizados para a apresentação aos julgadores. A avaliação foi composta por 120 participantes não

treinados. A análise foi feita seguindo os conceitos da terminologia relativos às propriedades sensoriais, segundo as normas da ABNT (1993).

Para cada atributo (aparência, aroma, textura, sabor e impressão global) o julgador foi previamente instruído para dar sua nota pela preferência variando desde 1 (desgostei muitíssimo) até 9 (gostei muitíssimo). Com os resultados calculou-se o índice de aceitabilidade (IA) para cada cultivar a partir da equação:

$$IA = (A * 100)/B$$

Onde, A é a nota média obtida para o produto e B, a nota máxima da escala para avaliar o produto. Para IA com valores $\geq 70\%$, considera-se o produto com boa repercussão (DUTCOSKY, 2007).

4.2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA), que quando significativa, foi acompanhada da comparação de médias pelo Teste de Tukey com $p \leq 0,05$.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se que na área estudada a distribuição de água ao longo dos meses foi desuniforme nos ciclos de 2012/13 e 2013/14 (FIGURA 6). Por se tratar de planta de pequeno porte e de raiz superficial, a amoreira-preta necessita de disponibilidade regular de água (ANTUNES & RASEIRA, 2004). Assim, para regularizar a distribuição de água para as plantas, se fez necessário a suplementação com a irrigação nos períodos de menor disponibilidade de água no solo, claramente identificados como os meses de março, maio, agosto, setembro e novembro em 2012/13 e janeiro, abril, agosto e dezembro em 2013/14. A partir de setembro, em geral, a amoreira-preta está iniciando um novo ciclo de crescimento e a falta de água nesse período pode se tornar um fator limitante da produtividade. Com a irrigação, não faltou água para a cultura no local estudado, principalmente no período de maior

necessidade hídrica, na época de formação e maturação dos frutos (ANTUNES & RASEIRA, 2004).

Porém, água em excesso na fase da colheita pode prejudicar a qualidade dos frutos. Na Lapa-PR, a colheita iniciou-se, em geral, na primeira quinzena de novembro e se estendeu até início do mês de janeiro (FIGURA 7). Em nenhum dos anos estudados houve excesso de chuva nesses meses, não sendo a colheita prejudicada por excesso de água (FIGURA 6).

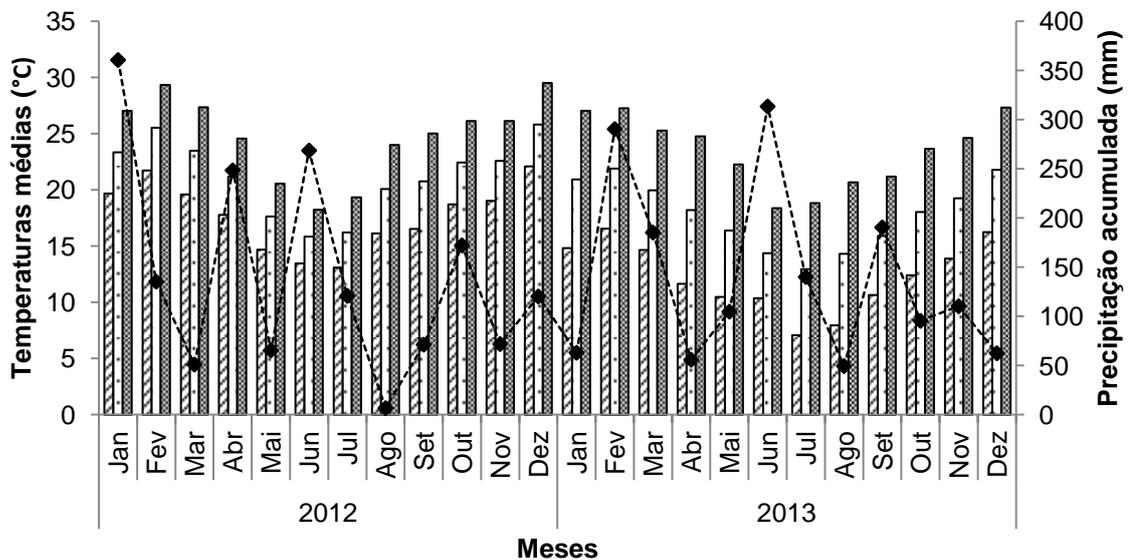


FIGURA 6 – TEMPERATURAS MÍNIMA, MÉDIA E MÁXIMA (°C) MENSAIS, E PRECIPITAÇÃO ACUMULADA (MM). LAPA-PR. (TEMPERATURA MÍNIMA ; TEMPERATURA MÉDIA ; TEMPERATURA MÁXIMA ; PRECIPITAÇÃO ACUMULADA). FONTE: SIMEPAR (2012 E 2013).

Houve variações em relação às épocas de florescimento e colheita entre as cultivares e entre os ciclos (FIGURA 7). Essa variação é função da característica genética de cada cultivar em resposta aos fenômenos climáticos, como a temperatura, que interfere diretamente na brotação e floração das plantas (ANTUNES et al., 2010).

A duração do florescimento foi maior para todas as cultivares no ciclo de 2013/14, sendo que a cultivar Xavante apresentou o maior número de dias se comparado com as outras cultivares (FIGURA 7). Entretanto, apesar do prolongamento da fase de floração neste ano, não foi observado ocorrência de diferentes estádios fenológicos dentro da planta, visto que entre a floração e a

colheita houve um período de pelo menos 10 dias de diferença, o que indica que o frio hibernal foi suficiente para a quebra de dormência das cultivares (ANTUNES & HOFFMANN, 2012). O menor período de florescimento foi observado para a Cherokee em 2012/13.

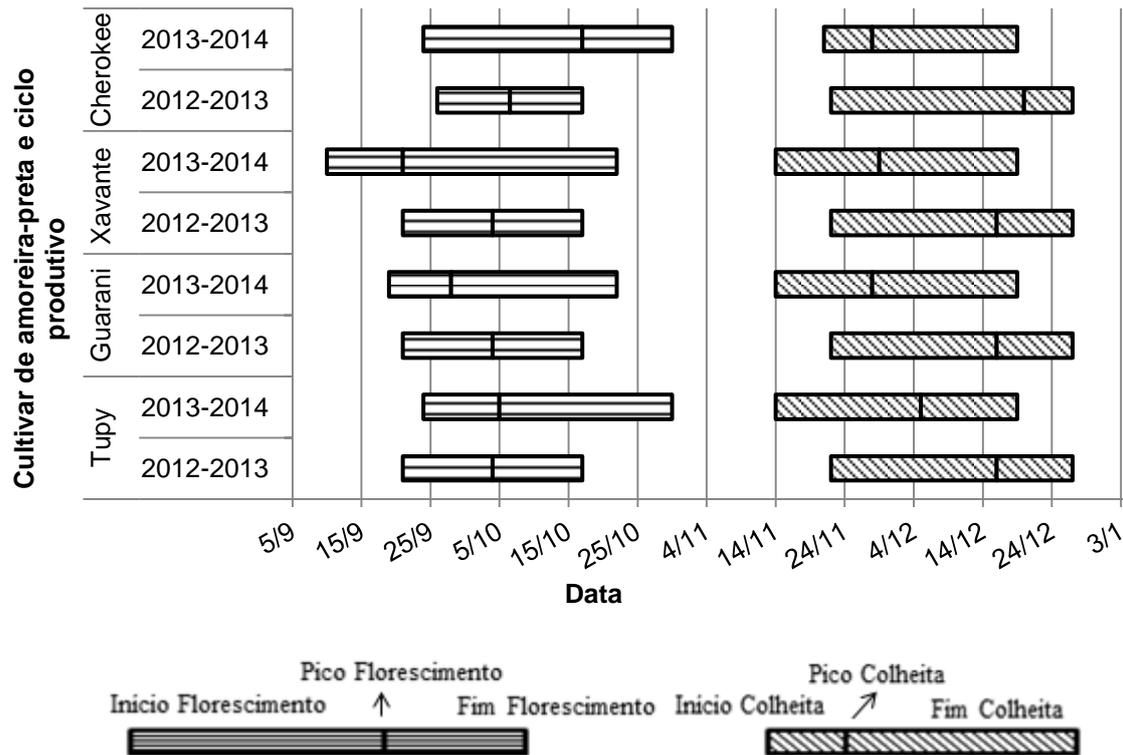


FIGURA 7 – PERÍODO DE FLORESCIMENTO E COLHEITA EM AMOREIRA-PRETAS NOS CICLOS DE PRODUÇÃO 2012-2013 E 2013-2014. LAPA-PR. FONTE: O autor (2014).

Os picos de florescimento nos dois ciclos produtivos só coincidiu para a cultivar Tupy, sendo que 2013/14 proporcionou um adiantamento nos picos de florescimento das cultivares Xavante e Guarani e um atraso para a Cherokee. Isso indica que a necessidade em frio hibernal foi atendida mais rapidamente para as cultivares Xavante e Guarani em 2013/14. Isso pode ser explicado pelo fato da cultivar Cherokee ser a mais exigente em frio dentre as quatro cultivares estudadas (média a alta necessidade em frio) (POLING, 1996).

Semelhanças na duração da colheita foram observadas. Entretanto, o início da colheita em 2013/14 foi adiantado em aproximadamente uma semana para as cultivares Tupy, Guarani e Xavante. Isso ocorreu devido a ocorrência de

temperaturas menores no inverno de 2013/14, que propiciaram uma brotação antecipada em relação ao ciclo anterior. Além disso, observa-se que para a Tupy neste mesmo ciclo houve uma precocidade na maturação dos frutos, sendo o período entre o final do florescimento e o início da colheita menor que nas outras cultivares. Segantini et al. (2014) observaram que, quanto maior o número de horas de frio, mais rápido ocorreu a superação da dormência, ou seja, menor período para a amoreira-preta brotar e atingir a colheita e, provavelmente por isso a colheita na Lapa-PR foi antecipada em 2013/14.

Em 2012/13, houve sincronia no período de colheita das cultivares. Em 2013/14, houve sincronia, exceto para a Cherokee, que apresentou menor duração dessa fase. Porém, o desejável escalonamento da produção não foi possível. Entretanto, Campagnolo e Pio (2012a) conseguiram iniciar a colheita da cultivar Tupy em 12-09 em 2009/10, e em 28-10 em 2010/11, evidenciando que podem ocorrer variações no ciclo produtivo em função das variações climáticas, que afetam a duração das fases fenológicas da amoreira-preta e, conseqüentemente, a época de colheita.

Na Tabela 4 pode-se observar o desempenho produtivo das cultivares de amoreira-preta, nas quais as maiores produções, produtividades e massa fresca dos frutos foram apresentadas pela cultivar Tupy independentemente do ciclo de produção. Segundo Antunes et al. (2010), a produtividade da amoreira-preta Tupy, na região de Pelotas-RS, foi de 5,2 t ha⁻¹, quando cultivada em sistema agroecológico. Campagnolo & Pio (2012b) relatam que a mesma cultivar pode alcançar valores de até 10,6 t ha⁻¹. A superioridade nos valores de produtividade do presente trabalho pode estar relacionada à suplementação de água com irrigação ao longo dos ciclos. A cultivar Xavante atingiu 17 t ha⁻¹ em 2013/14, sendo a massa fresca dos frutos entre 6,8 e 7,3 g, destacando-se por ser uma cultivar sem espinhos, na qual a facilidade de manejo é muito maior em relação às outras.

As menores produção e produtividade observadas foram para a cultivar Guarani no primeiro ciclo produtivo e para a Cherokee no segundo ciclo. Entretanto, a Guarani em 2013/14 atingiu 21,2 t ha⁻¹ mesmo tendo frutos mais leves em relação as outras cultivares, o que indica que o maior número de frutos colhidos foi da Guarani neste mesmo ano. Campagnolo & Pio (2012b) registraram produções de 15,1 t ha⁻¹ com a Guarani em clima subtropical úmido, o que indica o que clima estudado é mais adequado para a produção desta cultivar.

As menores massas de frutos encontradas foram para as cultivares Guarani e Cherokee. Peruzzo et al. (1995) verificaram, também em clima temperado, massas médias inferiores, sendo elas: Tupy (5,6 g), Guarani (4,1 g), Cherokee (4,4 g), o que indica que outros fatores, além dos climáticos, interferem na qualidade dos frutos e que a irrigação pode ter sido o diferencial na massa dos frutos da amoreira-preta na Lapa-PR.

TABELA 4 – DESEMPENHO DE DIFERENTES CULTIVARES DE AMOREIRA-PRETA EM RELAÇÃO À PRODUÇÃO, PRODUTIVIDADE E MASSA MÉDIA DOS FRUTOS NOS CICLOS 2012/13 E 2013/14. LAPA-PR.

	Produção (Kg planta ⁻¹)		Produtividade (t ha ⁻¹)		Massa (g fruto ⁻¹)	
	2012/13	2013/14	2012/13	2013/14	2012/13	2013/14
Tupy	8,1a	10,7a	20,1a	26,8a	9,6a	9,9a
Guarani	3,7d	8,5b	9,2d	21,2b	5,5b	5,5c
Xavante	6,2b	6,9c	15,4b	17,4c	6,8b	7,3b
Cherokee	4,6c	5,4d	11,5c	13,4d	6,3b	5,6c
CV (%)	15,96	16,84	15,96	16,84	9,19	6,58

MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA NA COLUNA NÃO DIFEREM ENTRE SI. TESTE DE TUKEY $P \leq 0,05$.

O tamanho médio dos frutos pode ser observado na Figura 8. Nota-se que os maiores frutos foram apresentados pela cultivar Tupy, o que justifica a maior massa detectada para os frutos dessa cultivar. Frutos menores foram observados para as cultivares Guarani e Cherokee. Manica (2000) relatou que essas duas cultivares apresentam frutos de tamanho médio, o que indica que, mesmo com frutos menores em relação as outras cultivares, o desempenho da Guarani e da Cherokee foi adequado para a região de estudo. Além disso, os diâmetros observados neste trabalho foram superiores aos observados por Campagnolo & Pio (2012a) para as mesmas cultivares.

Apresenta-se na Tabela 5 os dados de cor e textura do ciclo de 2013/14 para as diferentes cultivares estudadas. Em relação à textura, os frutos mais firmes foram observados para a cultivar Guarani e os com menor firmeza para a Xavante. Guedes et al. (2013) encontraram uma média de firmeza de 0,44 N para dez cultivares estudadas, sendo que as cultivares Ébano e Cherokee foram as com a maior firmeza (0,76 e 0,70 respectivamente). A textura é uma característica importante

para indicar a vida de prateleira dos frutos e, devido ao fato de as amoras-pretas serem frutos delicados, são preferidos os frutos de textura mais firme, para a obtenção de uma maior conservação em pós-colheita.

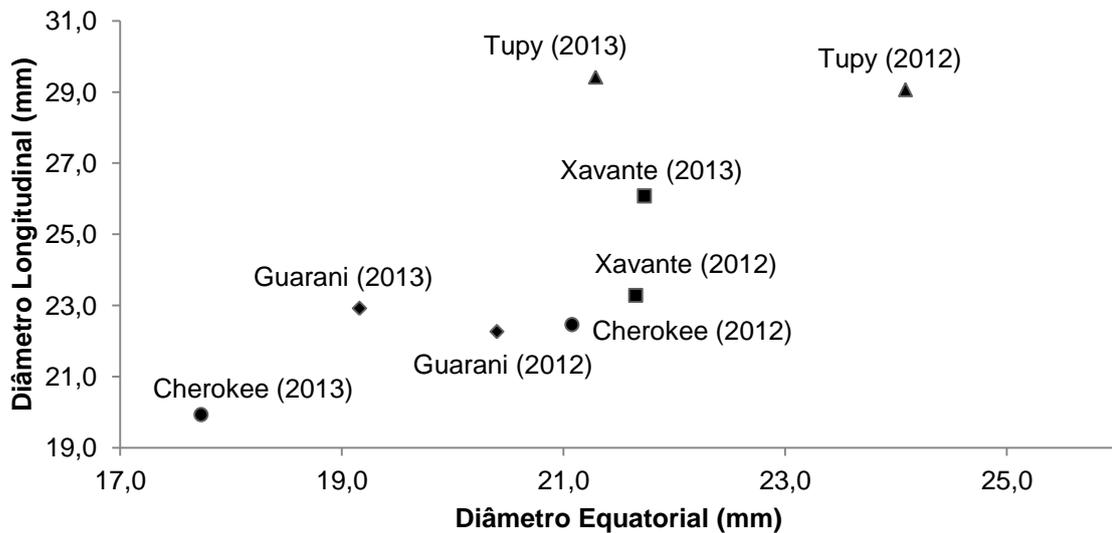


FIGURA 8 – VALORES MÉDIOS DE DIÂMETRO LONGITUDINAL (MM) E EQUATORIAL (MM) DAS AMORAS-PRETAS COLHIDAS NOS CICLOS DE 2012/13 E 2013/14. LAPA-PR. FONTE: O autor (2013).

TABELA 5 – ATRIBUTOS DE TEXTURA E COLORAÇÃO DOS FRUTOS DE AMOREIRA-PRETA NO CICLO PRODUTIVO DE 2013/14. LAPA-PR.

	Textura (N)	ΔE^{ns}	L*	a*	b*
Tupy	0,4b	9,5	15,8b	3,3b	-1,9c
Guarani	0,7a	9,6	15,9b	4,1a	-1,6b
Xavante	0,3c	9,5	16,3ab	4,5a	-1,3a
Cherokee	0,5b	9,2	16,9a	4,9a	-1,4a
CV (%)	11,32	13,87	8,83	7,62	7,87

MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA NA COLUNA NÃO DIFEREM ENTRE SI. TESTE DE TUKEY $P \leq 0,05$. NS: NÃO SIGNIFICATIVO.

Para o parâmetro ΔE , que indica a diferença total de coloração das amostras, não foi detectado nível de significância na análise de variância. Porém, o ΔE é calculado a partir dos parâmetros L*, a* e b*, que foram diferentes entre as cultivares apresentadas. Em relação ao parâmetro L*, as amostras com maior luminosidade foram a Cherokee e Xavante. Quanto ao parâmetro a*, apenas a cultivar Tupy diferiu

das demais apresentando um vermelho menos intenso que as outras cultivares. Já para o parâmetro b^* , as cultivares Cherokee e Xavante, apresentaram os maiores valores, indicando menores intensidades da cor azul em sua película.

Entretanto a percepção da cor pelo nosso sistema visual é feita de forma tridimensional, e os valores de L^* , a^* e b^* isolados não são suficientes para a predição da coloração de uma amostra (NINDO et al., 2003). Assim, para um melhor entendimento, plotou-se os valores de L^* contra a relação entre b^*/a^* , que indica a tonalidade (Hue) do fruto (FIGURA 9).

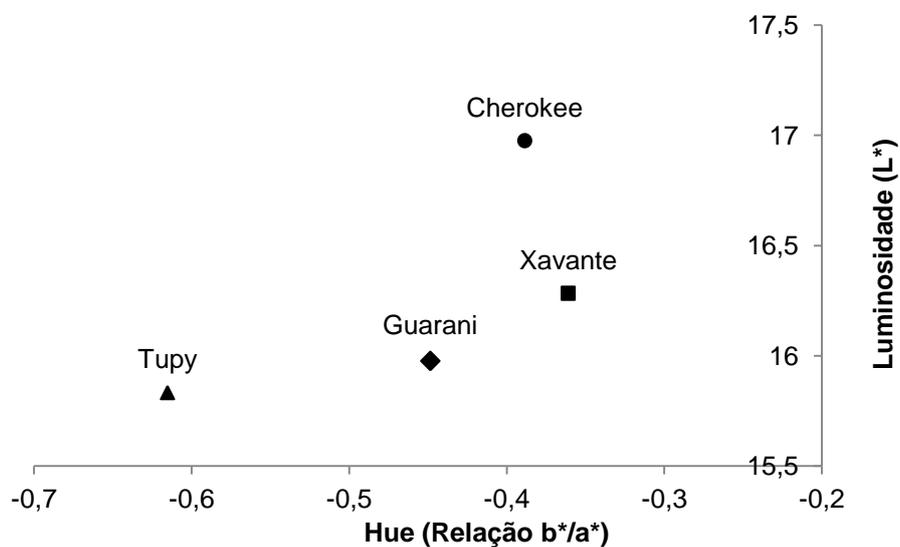


FIGURA 9 – VALORES DE HUE E LUMINOSIDADE DOS FRUTOS DE AMOREIRA-PRETA, EM 2013/14. LAPA-PR. FONTE: O autor (2013).

As cultivares são diferentes em termos de coloração, sendo a Cherokee a cultivar com frutos de maior luminosidade e maior quantidade da cor vermelha em relação a azul, e, os frutos da cultivar Tupy, no outro extremo, com menor luminosidade e maior quantidade da cor azul em relação a vermelha (FIGURA 9). Essa diferença nos tons de azul e vermelho afeta a coloração final percebida nos frutos, o que pode influenciar a decisão de compra pelos consumidores, pois a cor indica se o fruto apresenta ou não condições ideais para a comercialização e consumo (CECHI, 2003). Em geral, consumidores de amoras-pretas têm preferência por frutos de coloração uniforme, com os drupetes totalmente pretos e brilhantes (PIO & GONÇALVES, 2014).

Na Tabela 6 estão apresentados os dados das características químicas dos frutos. Os menores valores de pH foram encontrados para a cultivar Xavante em ambos os ciclos produtivos. Em contrapartida, a Tupy apresentou o maior pH em relação as demais cultivares, atingindo um pH de 3,3 em 2013/14. Hirsch et al. (2012), ao fazerem a caracterização química de algumas variedades de amora-preta do Sul do Brasil, encontraram valores de pH na faixa entre 2,8 e 3,1, porém sem diferenças significativas entre as cultivares Tupy, Guarani e Cherokee. O pH é uma medida importante porque está relacionado a retenção do sabor e odor e ao estado de maturação dos frutos (CECCHI, 2003). Valores baixos de pH são requeridos pela indústria, por aumentar a resistência do alimento a infecções microbiológicas, além de interferir diretamente nas condições de processamento (FENNEMA, 2010).

Em relação à acidez titulável, os frutos mais ácidos foram os da cultivar Xavante e os menos ácidos os da Tupy, sendo que esta medida influencia o sabor, aroma, cor e a estabilidade dos frutos (CECCHI, 2003). Campagnolo & Pio (2012a) não encontraram diferenças entre os frutos das cultivares Guarani, Xavante e Cherokee, com uma acidez média de 2,1% de ácido cítrico. Já, Hirsch et al. (2012) verificaram que a acidez em porcentagem de ácido cítrico das amoras-pretas Tupy, Guarani e Cherokee foram 1,6, 1,5 e 1,6, respectivamente. De acordo com Mota (2006), essa diferença na acidez dos frutos pode estar associada às condições edafoclimáticas do cultivo. Além disso, cultivares como a Xavante, é relatada com sabor predominantemente mais ácido (ANTUNES & RASEIRA, 2004).

TABELA 6 – ATRIBUTOS QUÍMICOS DOS FRUTOS DE AMOREIRA-PRETA NAS SAFRAS 2012-2013 E 2013-2014. LAPA-PR.

	pH		Acidez titulável (% ácido cítrico)		Sólidos solúveis (°Brix)		Relação (SS/AT)	
	2012/13	2013/14	2012/13	2013/14	2012/13	2013/14	2012/13	2013/14
Tupy	3,2a	3,3a	1,8c	1,2c	8,8bc	7,4bc	4,9a	6,4a
Guarani	3,0a	3,0b	2,2b	1,3ab	8,6c	7,7b	3,9c	5,7c
Xavante	2,3b	2,6c	2,3a	1,5a	9,0ab	6,9c	3,9c	4,6d
Cherokee	3,1a	3,1ab	2,1b	1,3bc	9,2a	8,3a	4,3b	6,3b
CV (%)	7,12	6,10	11,71	9,81	9,43	6,40	10,45	7,33

MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA NÃO DIFEREM ENTRE SI NA COLUNA. TESTE DE TUKEY $P \leq 0,05$.

Quanto aos sólidos solúveis, a maior quantidade foi encontrada para os frutos da cultivar Cherokee em ambos os ciclos produtivos, o que indica que seus frutos são mais doces (TABELA 6). Antunes & Raseira (2004), relataram um teor de sólidos solúveis para esta cultivar em torno de 8 a 9 °Brix e a caracterizaram como detentora de um sabor bom, tendendo ao equilibrado. Estes mesmos autores, relataram para a Tupy e Guarani um teor entre 8 a 10 °Brix e para a Xavante 8 °Brix. Assim, em 2013/14 os valores encontrados ficaram abaixo da média para as cultivares Tupy, Guarani e Xavante. Essa variação pode ter ocorrido porque os atributos de qualidade dos frutos, como o conteúdo de sólidos solúveis, são influenciados por uma série de fatores, como tipo de solo, época de desenvolvimento dos frutos e a aplicação de técnicas de cultivo, como adubação e irrigação (SEGANTINI et al., 2014).

Quanto a relação entre SS e AT, observa-se que os maiores valores e, conseqüentemente melhor sabor, foi obtido para a Tupy. Campagnolo & Pio (2012a) também encontraram uma melhor relação para esta cultivar, porém o valor relatado por eles (5,6) foi inferior ao observado no segundo ciclo de produção.

Na Figura 10, têm-se a representação das notas médias obtidas para os atributos sensoriais dos frutos. Observa-se que os julgadores demonstraram maior aceitação para os frutos da cultivar Tupy, que obtiveram maiores notas para os atributos de impressão global, aparência, textura e sabor. Para o atributo aroma não houve diferença entre as cultivares.

A maior aceitação do sabor dos frutos da Tupy pode ser explicada pelos menores valores de acidez titulável encontrados, o que refletiu em uma melhor relação entre acidez e sólidos solúveis. Além disso, a Tupy apresentou os maiores frutos e uma coloração diferenciada das demais (FIGURA 9), o que pode ter contribuído para esse resultado.

Os frutos da Xavante obtiveram as menores notas em relação aos atributos de impressão global, aparência, firmeza e sabor. A menor relação entre acidez titulável e sólidos solúveis foi observada para os seus frutos, o que está diretamente relacionado com a menor aceitação. A textura observada para a Xavante também foi a menor em relação às outras cultivares, indicando que seus frutos são menos firmes, o que também não agradou aos consumidores.

O Índice de aceitabilidade dos frutos está apresentado na Tabela 7 para os atributos sensoriais estudados. Em relação a aparência, textura e impressão global

os frutos das cultivares Tupy, Guarani e Cherokee obtiveram uma aceitação maior que 70% e são considerados frutos com boa repercussão (DUTCOSKY, 2007).

Para o atributo aroma, não houve diferença entre a aceitação das cultivares, sendo que muitos provadores destacaram que o aroma das amoras-pretas apresentadas foi pouco perceptível. Entretanto, este atributo somado com o gosto, constitui o sabor dos alimentos. Assim, observa-se que o sabor das cultivares Tupy e Cherokee foi o de maior aceitação pelos julgadores, não diferindo estatisticamente entre si.

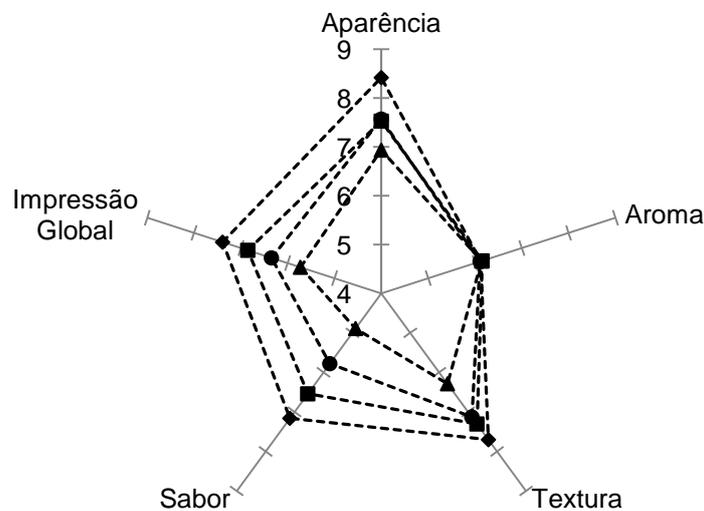


FIGURA 10 – NOTAS MÉDIAS DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS OBTIDAS PELO TESTE DE ACEITAÇÃO DOS FRUTOS DE AMOREIRA-PRETA (TUPY ◆; GUARANI ●; XAVANTE ▲; E, CHEROKEE ■). FONTE: O autor (2013).

TABELA 7 – ÍNDICE DE ACEITABILIDADE PELOS CONSUMIDORES DOS FRUTOS DE AMOREIRA-PRETA.

	Aparência	Aroma ^{ns}	Textura	Sabor	Impressão Global
Tupy	93,5a	68,0	85,6a	79,6a	82,1a
Guarani	84,1b	67,9	79,2b	64,2b	70,5c
Xavante	77,0c	68,3	69,9c	54,3c	63,6d
Cherokee	83,6b	68,4	81,2ab	72,7a	76,1b
CV (%)	17,27	22,26	19,74	22,39	21,90

MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA NÃO DIFEREM ENTRE SI NA COLUNA. TESTE DE TUKEY $P \leq 0,05$. NS: NÃO SIGNIFICATIVO.

4.4 CONCLUSÃO

As condições climáticas da Lapa-PR e a suplementação com a irrigação proporcionaram às cultivares Tupy, Guarani, Xavante e Cherokee condições adequadas para a expressão máxima do seu potencial produtivo, sendo que a cultivar Tupy foi a mais produtiva.

O potencial produtivo da Xavante foi adequado e, devido suas características sensoriais, indica-se a destinação de seus frutos como matéria-prima para a industrialização. Frutos das cultivares Tupy, Guarani e Cherokee são recomendados para consumo *in natura*.

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14140**: alimentos e bebidas – análise sensorial – teste de análise descritiva quantitativa (ADQ). Rio de Janeiro, 1993.

ALVES, G.; SILVA, J.; MIO, L. L. M.; BIASI, L. A. Comportamento fenológico e produtivo de cultivares de pessegueiro no Município da Lapa, Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.47, p.1596-1604, 2012.

ANTUNES, L.E.C. Blossom and ripening periods of blackberry varieties in Brazil. **Journal American Pomological Society**, University Park, v.54, n.4, p.164-168, 2000.

ANTUNES, L. E. C. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 151- 158, 2002.

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

ANTUNES, L. E. C.; HOFFMANN, A. **Pequenas frutas – O produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1.ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 194 p.

ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. C. B. **Aspectos Técnicos da Cultura da Amora-preta**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 27 p.

CAMPAGNOLO, M. A.; PIO, R. Produção de amoreira-preta 'Tupy' sob diferentes épocas de poda. **Ciencia Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 3, p. 225-231, 2012a.

CAMPAGNOLO, M.A.; PIO, R. Phenological and yield performance of black and redberry cultivars in western Paraná state. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.34, p.439-444, 2012b.

CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. 2.ed. rev. Campinas: Unicamp, 2003. 123 p.

CLARK, J. R.; FINN, C. E. Blackberry breeding and genetics. **Fruit, vegetable and Cereal Science and Biotechnology**, Ikebone, v. 5, n. 1, p. 27-43, 2011.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 2.ed. rev. e ampl. Curitiba: Champagnat, 2007. 238 p.

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. **Fennema's Food Chemistry**. 4^a ed., Artmed, 2010. 900 p.

GUEDES, M.N.S.; ABREU, C.M.P.; MARO, L.A.C.; PIO, R.; ABREU, J.R.; OLIVEIRA, J.O. Chemical characterization and mineral levels in the fruits of blackberry cultivars grown in a tropical climate at an elevation. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.35, n.2, p.191-196, 2013.

HIRSCHI, G. E.; FACCO, E. M. P.; RODRIGUES, D. B.; VIZZOTTO, M.; EMANUELLI, T. Caracterização físico-química de variedades de amora-preta da região sul do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 5, p. 942-947, 2012.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise dos alimentos**. 4.ed. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2005. 1115 p.

MANICA, I. **Fruteiras nativas, silvestres e exóticas I – técnica de produção e mercado**. 1.ed. Campinas: 5 continentes, 2000. p. 45-89.

MOTA, R. V. Caracterização do suco de amora-preta elaborado em extrator caseiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 303-308, 2006.

NINDO, C. I.; SUN, T.; WANG, S.W.; TANG, J.; POWERS, J.R. Evaluation of drying technologies for retention of physical quality and antioxidants in asparagus (*Asparagus officinalis*, L.). **Society of Food Science and Technology**, Washington, v. 36, p. 507-516, 2003.

OLIVEIRA, D. M.; ROSA, C. I. L. F.; KWIATKOWSKI, A.; CLEMENTE, E. Biodegradable coatings on the postharvest of blackberry stored under refrigeration. **Revista Ciência Agronômica**, Ceará, v. 44, n. 2, p. 302-309, 2013.

PERUZZO, E. L.; DALBÓ, M. A.; PICCOLI, P. S. Amora-preta: variedades e propagação. **Agropecuária Catarinense**, Lages, v. 8, n. 3, p. 53-55, 1995.

PIO, R.; GONÇALVES, E. D. Cultivo da amoreira preta. In: PIO, R. **Cultivo de fruteiras de clima temperado em regiões subtropicais e tropicais**. 1.ed. Lavras: MG, 2014. p. 186-221.

POLING, E.B. Blackberries. **Journal of Small Fruit and Viticulture**, Binghamton, v.14, n.1-2, p.38-69, 1996.

REYES-CARMONA, J.; YOUSEF, G. G.; MARTINEZ-PENICHE, R. A.; LILA, M. A. Antioxidant Capacity of Fruit Extracts of Blackberry (*Rubus* sp.) Produced in Different Climatic Regions. **Journal of Food science**, Chicago, v. 70, p. 497-503, 2005.

SCALZO, J. BATTINO, M. COSTANTINI, E. MEZZETTI, B. Breeding and biotechnology for improving berry nutritional quality. **Biofactors**, Amsterdam, v. 23, n. 4, p. 213-220, 2005.

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**, Jaboticabal, v. 36, n. 3, p. 568- 575, 2014.

SILVA, R.P. da; DANTAS, G.G.; NAVES, R.V.; CUNHA, M.G. Comportamento fenológico de videira, cultivar Patrícia em diferentes épocas de poda de frutificação em Goiás. **Bragantia**, v.65, p.399-406, 2006.

STRIK, B. Worldwide production of blackberries. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 777, p. 209-218, 2008.

5 COMPOSTOS BIOATIVOS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE EM AMORAS-PRETAS

RESUMO

Os antioxidantes são compostos com estruturas químicas variadas e sua produção nas plantas é influenciada por fatores bióticos e abióticos. Por isso, objetivou-se com este trabalho caracterizar e comparar amoras-pretas de quatro cultivares produzidas em diferentes condições climáticas, em relação aos compostos bioativos e a atividade antioxidante dos frutos, bem como recomendar cultivares que tenham maior perspectiva de uso na indústria. Para tanto, avaliou-se o conteúdo de ácido ascórbico, polifenóis totais, flavonóides, antocianinas monoméricas e a atividade antioxidante dos frutos. Independentemente do local de produção e da cultivar altos níveis de compostos bioativos e elevada atividade antioxidante foram detectadas. Os resultados demonstram que a produção de bioativos é influenciada pela cultivar e pelo ambiente. Além disso, o potencial antioxidante dos frutos depende do conteúdo de compostos fenólicos. Para o processamento industrial recomenda-se a cultivar Xavante.

Palavras chaves: *Rubus*, polifenóis, antocianinas, Tupy, Guarani, Xavante, Cherokee.

5.1 INTRODUÇÃO

Vários estudos indicam que a ingestão de antioxidantes naturais encontrados em frutos e verduras reduzem os danos causados pelos radicais livres e protegem o organismo contra várias doenças. Com isso, a pesquisa industrial vem enfrentando um grande desafio, que é a substituição de compostos antioxidantes sintéticos por substâncias provenientes de produtos vegetais. Assim, a ênfase na busca por produtos que atendam essa demanda tem aumentado substancialmente, sendo

necessários estudos que identifiquem quais as possíveis fontes desses compostos na natureza e elucidem os processos relacionados com a sua produção nas plantas.

Neste contexto, a amoreira-preta apresenta-se como uma das espécies mais promissoras devido ao seu elevado nível de compostos antioxidantes (MOYER et al, 2002). Heinonen et al. (1998), identificaram que dentre 12 espécies de pequenas frutas, as amoras-pretas apresentaram os maiores índices de polifenóis e a maior capacidade em inibir a degradação do LDL humano, propriedade relacionada com a sua atividade antioxidante.

Entretanto, esses compostos são variáveis em sua distribuição nas diferentes cultivares de amoreiras-pretas, sendo os dados relatados divergentes em relação aos teores e classes encontrados nos frutos (MULLEN et al., 2002; RAVEN, 2007; PAREDES-LÓPEZ et al., 2010). Infere-se que fatores bióticos e abióticos, como genética, clima, disponibilidade de água e manejo, desempenhem um importante papel nos níveis de compostos bioativos e na capacidade antioxidante das amoras-pretas (CASTREJÓN et al., 2008; REYES-CARMONA et al., 2005).

Dessa forma, objetivou-se com este trabalho caracterizar e comparar amoras-pretas de quatro cultivares produzidas em diferentes condições climáticas, em relação aos compostos bioativos e a atividade antioxidante dos frutos, bem como recomendar cultivares que tenham maior perspectiva de uso na indústria.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Material de estudo

As cultivares Tupy, Guarani, Xavante e Cherokee foram plantadas em 2011 em três regiões do Estado do Paraná, sendo elas Lapa, Pinhais e Cerro Azul, nas quais as duas primeiras são de clima temperado propriamente dito (Cfb) e a última de clima subtropical mesotérmico (Cfa), segundo a classificação climática de Köppen. Na região da Lapa as amoras-pretas foram irrigadas por gotejamento, conforme as recomendações técnicas para a cultura (ANTUNES & RASEIRA, 2004).

Os tratos culturais e a adubação para as três áreas e para as quatro cultivares seguiram o mesmo padrão e foram de acordo com as recomendações técnicas para a cultura (ANTUNES & HOFFMANN, 2012).

O delineamento experimental do campo foi o de blocos ao acaso, com quatro repetições, sendo seis plantas por parcela e quatro tomadas como úteis. O sistema de condução foi o de espaldeira com três linhas duplas de arames abertos em V. Os frutos foram colhidos quando atingiram o estágio de maturação plena, ou seja, quando a película atingiu a coloração preta brilhante (ANTUNES & HOFFMANN, 2012).

O delineamento experimental utilizado no laboratório foi o inteiramente ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, com 4 cultivares e 3 locais, com quatro repetições por tratamento e 25 frutos por parcela.

5.2.2 Determinação do teor de ácido ascórbico

Para análise do conteúdo de ácido ascórbico das amostras foi utilizado o método padrão da AOAC (1992), modificado por MAIA et al. (2008), que substituíram a solução de extração padrão (solução de ácido metafosfórico) por solução de ácido oxálico. Para a quantificação de vitamina C utilizou-se uma curva padrão com ácido ascórbico. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico por 100 g de fruto fresco.

5.2.3 Extração dos compostos bioativos

Para as análises de compostos fenólicos (polifenóis totais, flavonóides e antocianinas) e atividade antioxidante os frutos passaram por um processo de extração com metanol acidificado com HCl a 0,01% seguindo a metodologia de VIZZOTTO & PEREIRA (2011).

5.2.4 Conteúdo total de polifenóis

O conteúdo de polifenóis totais foi determinado pelo método de FOLIN & CIOCALTEU, no qual a mistura dos ácidos fosfowolfrâmico e fosfomolibdico em meio básico se reduz ao oxidar os compostos fenólicos, originando óxidos azuis de wolfrâmio (W_8O_{23}) e molibdênio (Mo_8O_{23}). A leitura foi realizada em espectrofotômetro no comprimento de onda de 725 nm (MOYER et al., 2002). Os resultados foram expressos em mg de equivalente em ácido gálico (EAG) em 100 g de fruto fresco através de uma curva padrão preparada com soluções de ácido gálico em concentrações variando de 0 a 600 mg L⁻¹.

5.2.5 Flavonóides

O conteúdo total de flavonoides nos frutos foi quantificado pelo método espectrofotométrico (BURIOL, 2009). Os resultados foram expressos em mg de quercetina por 100 g de fruto fresco através de uma curva padrão preparada com soluções de quercetina em concentrações variando de 0 a 300 mg L⁻¹.

5.2.6 Conteúdo total de Antocianinas

O conteúdo de antocianinas totais foi determinado pelo método de diferença de pH (GIUST & WROSLTAD, 2001), em que se dissolve a amostra em dois sistemas tampão: cloreto de potássio pH 1,0 (0,025 M) e acetato de sódio pH 4,5 (0,4 M). Os resultados foram expressos em mg de antocianinas monoméricas por 100 g de fruto fresco.

5.2.7 Determinação da atividade antioxidante

5.2.7.1 Método DPPH

Um dos métodos utilizados para a quantificação da atividade antioxidante foi o do sequestro do radical DPPH (2,2-difenil-picril-hidrazila) seguindo a metodologia de Brand-William et al. (1995) com modificações de Maro et al. (2013). A reação cinética entre os antioxidantes presentes na amostra e o radical DPPH foi registrada em três diferentes concentrações, a fim de se obter graficamente o EC 50, ou seja, a concentração, em massa fresca, necessária para capturar 50% do radical presente na amostra inicialmente.

5.2.7.2 Método ABTS

A análise da degradação do radical livre ABTS pelos antioxidantes presentes na amostra seguiu o método proposto por Re et al., (1999). A absorvância foi lida em 734 nm durante 7 minutos e utilizada para estimar a capacidade de sequestro do radical livre da amostra pela equação:

$$\% \text{ sequestro do radical ABTS} = (1 - (\text{Abs } t / \text{Abs controle}) \times 100.$$

Onde, Abs t é a absorvância da amostra em determinado tempo de análise e Abs controle é a absorvância da amostra no tempo zero.

5.2.8 Análise Estatística

Para todos os dados realizou-se a análise de variância (ANOVA), que quando significativa, foi seguida pela comparação de médias pelo Teste de Tukey com $p \leq 0,05$. Para a visualização da relação entre as propriedades químicas com a capacidade antioxidante das amoras-pretas plotou-se gráficos de correlação.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 11 estão apresentados os dados de temperatura mínima, média e máxima e de precipitação acumulada ao longo dos meses no ciclo produtivo de 2013/14 na Lapa, Pinhais e Cerro Azul, Paraná. Pode-se observar que temperaturas mais elevadas foram encontradas na região de Cerro Azul-PR, onde o clima é subtropical mesotérmico. Já para os locais Lapa-PR e Pinhais-PR, clima temperado, nota-se a ocorrência de temperaturas mais amenas, principalmente entre maio e agosto, época em que a amoreira-preta encontra-se em período de dormência. Nessa época, o frio é crucial para proporcionar bons índices de brotação, fator determinante ao potencial de produção (ANTUNES & HOFFMANN, 2012).

Em relação a precipitação, observa-se uma irregularidade na distribuição das chuvas ao longo dos meses, nos três locais estudados. Agosto foi o mês com menor volume acumulado em todos os locais, e é o momento em que a amoreira-preta está saindo do período de dormência, requerendo, portanto, mais água para entrar no seu novo ciclo de produção. Além disso, o sistema radicular da amoreira-preta é superficial, o que exige uma disponibilidade regular de água (ANTUNES & RASEIRA, 2004).

A análise de variância apresentou interações significativas entre cultivar e ambiente na produção dos compostos bioativos em amoras-pretas (TABELA 8).

Em relação aos teores de ácido ascórbico, os resultados mostraram que as amoras-pretas *in natura* possuem quantidades significativas, sendo em média 24,5 mg de ácido ascórbico em 100 g de fruto, ou seja 35% da ingestão diária recomendada (TABELA 8) (SOUSA et al., 2007). Porém não podem ser indicadas com única fonte dessa vitamina na dieta. Souza et al., (2014) encontraram valores superiores de ácido ascórbico em morangos e mirtilos, 90,1 e 73,2 mg de ácido ascórbico em 100 g de fruto, respectivamente.

De maneira geral, o clima temperado proporcionou maiores produções de ácido ascórbico nas amoras-pretas (TABELA 8). Por se tratar de uma vitamina hidrossolúvel, ele é facilmente oxidado pela ação do calor, da luz e do oxigênio. Assim, nas condições de clima subtropical úmido, as temperaturas mais elevadas podem ter contribuído para a degradação dessa vitamina nos frutos. Houve variações entre as cultivares e os locais, porém não se observou um padrão para

inferir-se qual cultivar e/ou local foi melhor na produção de ácido ascórbico (TABELA 8). Os níveis encontrados foram de 20,4 a 28,1 mg 100 g⁻¹. Pantedelis et al. (2007) relatam grandes variações no teor dessa vitamina em diversas cultivares do gênero *Rubus* (14,3 e 103,3 mg 100 g⁻¹). Deighton et al. (2000) encontraram valores entre 12,3 e 16,4 mg 100 g⁻¹ em espécies selvagens de amoreira-preta.

Na Tabela 8 observa-se a composição dos frutos em relação aos polifenóis totais. Houve variação na concentração desses compostos em relação ao clima e a cultivar. Moyer et al. (2002) encontraram valores entre 275 a 678 mg de EAG 100 g⁻¹ dentro de um grupo de 27 híbridos de amoreira-preta. Os teores encontrados neste trabalho são superiores aos encontrados para o morango (KUSKOSKI et al., 2006; ISABELLE et al., 2010). Souza et al., (2014) também encontraram maiores teores de polifenóis totais em amoras-pretas em comparação com outras pequenas frutas como o mirtilo, o morango e a framboesa.

Observa-se que os frutos colhidos na Lapa-PR (clima temperado com irrigação) apresentaram maiores níveis de polifenóis totais. Em contrapartida, Cerro Azul-PR (clima subtropical mesotérmico) proporcionou a menor produção desses compostos. Quimicamente, os polifenóis totais são sintetizados nas plantas principalmente pela rota do ácido chiquímico, na qual a principal enzima é a fenilalanina amônio liase (FAL). A ação dessa enzima é regulada por fatores ambientais como temperatura e disponibilidade de água (TAIZ & ZEIGER, 2004; MANACH et al., 2004), o que explica as diferenças encontradas em relação aos locais de produção.

Frequentemente, o estresse hídrico tem consequências significantes nas concentrações de metabólitos secundários em plantas e, há vários relatos de que estas condições levam a um aumento na composição desses compostos. Entretanto, com relação aos metabólitos fenólicos, os estudos realizados apresentam resultados conflitantes. É possível que o efeito da seca na concentração desses metabólitos seja dependente do grau de estresse e do período em que ocorre, sendo que efeitos a curto prazo parecem levar a uma maior produção, enquanto a longo prazo, é observado o efeito oposto (TAIZ & ZEIGER, 2004; GOBBO-NETO & LOPES, 2007). Assim, a irregularidade na distribuição das chuvas ao longo do ano pode ter ocasionado a redução na produção dos polifenóis totais nas amoras-pretas produzidas em Pinhais e Cerro Azul, com a ausência de irrigação.

Em relação à temperatura, são relatadas correlações positivas entre a intensidade e a duração do frio e a produção mRNA para as enzimas chaves da rota do ácido chiquímico, como a FAL (GOBBO-NETO & LOPES, 2007). Assim, o clima temperado (Lapa e Pinhais), por apresentar invernos mais rigorosos, teve efeito positivo na produção de polifenóis.

A cultivar Xavante apresentou a maior produção de polifenóis totais em seus frutos (TABELA 8). Essa cultivar destaca-se por apresentar hastes sem espinhos, que é uma característica genética recessiva. Porém, também é característica desta cultivar a produção de frutos mais ácidos. Essa elevada acidez é devido a maior presença de taninos, compostos também classificados como polifenóis. Assim, justificam-se os maiores teores encontrados para esta cultivar (POLLING, 1996; FENNEMA, 2004; ANTUNES & HOFFMANN, 2012).

Para os outros compostos (flavonóides e antocianinas), observou-se a mesma tendência que a encontrada para os polifenóis totais, ou seja, os frutos colhidos na Lapa-PR e os da cultivar Xavante apresentaram maior concentração em seus extratos (TABELA 8). Isso porque, os flavonóides e as antocianinas são também derivados da rota do ácido chiquímico e dependentes da ação da FAL por serem uma classe específica de compostos fenólicos.

Em relação aos flavonóides, a média encontrada de 38,8 mg de quercetina em 100 g de frutos de amora-preta é um valor alto. Manach et al. (2004), relataram que os flavonóides em geral, estão presentes em baixas concentrações nos alimentos (de 1,5 a 3,0 mg 100 g⁻¹ de peso fresco), e que, dentre as maiores fontes desses compostos estão os mirtilos, com teores que variam entre 3 a 16 mg 100 g⁻¹ de fruto fresco. Assim, as amoras-pretas aqui estudadas superaram esse teor, o que indica que são ricas fontes desses compostos. Souza et al. (2014), encontraram um teor de flavonóides de 1,8 vezes maior em amoras-pretas em relação ao mirtilo. Estudos indicam que dietas ricas em flavonóides podem proteger o organismo contra doenças cardiovasculares, distúrbios neurodegenerativos e alguns tipos de câncer (FENNEMA, 2004).

Os valores de antocianinas encontrados nas amoras-pretas também foram altos e superaram os encontrados na literatura para outras pequenas frutas, o que deixa claro o grande potencial dos frutos visando a obtenção de corante natural para a indústria alimentícia e de medicamentos (TABELA 8). Souza et al. (2014), encontraram teores de 9,6, 38,2 e 47,5 mg/100 g de frutos fresco para as espécies

framboesa vermelha, morango e mirtilo respectivamente. Kukoski et al. (2006), encontraram 23,7 mg/100 g de fruto fresco para o morango.

A propriedade mais descrita das antocianinas é sua ação antioxidante (NIJVELDT et al., 2001; MARTÍNEZ-FLÓREZ, 2002). Essa propriedade pode ser observada através dos altos níveis de degradação do radical ABTS e os baixos índices de EC 50 encontrados para os frutos de amoreira-preta (FIGURA 12 e TABELA 8).

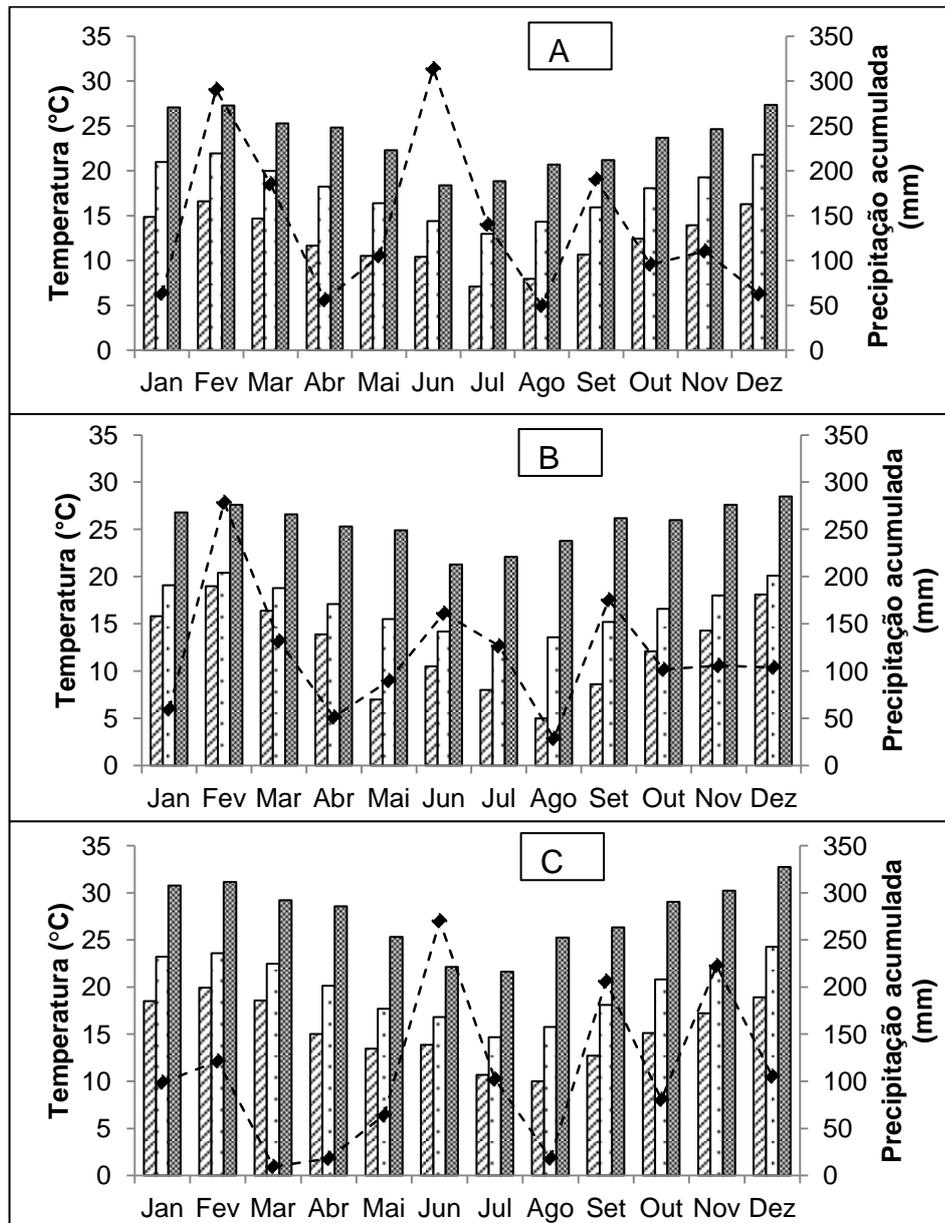
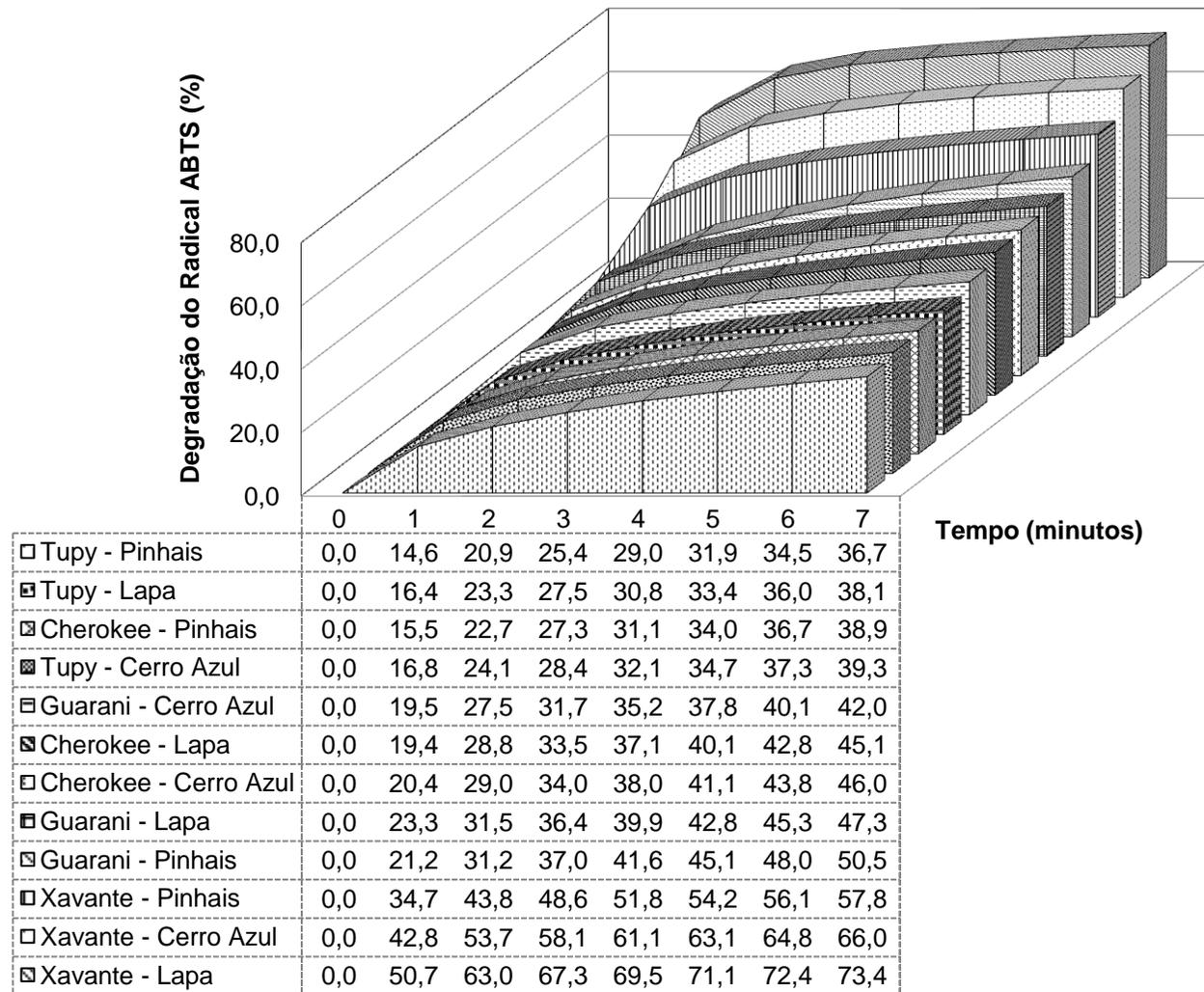


FIGURA 11 – PRECIPITAÇÃO ACUMULADA (MM), TEMPERATURA MÍNIMA (°C), TEMPERATURA MÉDIA (°C) E TEMPERATURA MÁXIMA (°C) DAS REGIÕES LAPA (A), PINHAIS (B) E CERRO AZUL (C). (TEMPERATURA MÍNIMA ; TEMPERATURA MÉDIA ; TEMPERATURA MÁXIMA ; PRECIPITAÇÃO ACUMULADA ).

TABELA 8 – CONTEÚDO DE ÁCIDO ASCÓRBICO, POLIFENÓIS, FLAVONOIDES, ANTOCIANINAS MONOMÉRICAS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DO DPPH (EC 50) DE QUATRO CULTIVARES DE AMOREIRA-PRETA EM DIFERENTES CONDIÇÕES CLIMÁTICAS.

Ácido Ascórbico (mg 100 g ⁻¹ massa fresca)			
	Lapa-PR	Pinhais-PR	Cerro Azul-PR
Tupy	21,71cC	28,07aA	25,04aB
Guarani	26,65aA	23,57bC	25,15aB
Xavante	23,12bA	23,65bA	20,38cB
Cherokee	25,85aB	27,97aA	22,57bC
C.V. local = 9,63% / C. V. cultivar = 8,47%			
Polifenóis totais (mg EAG 100 g ⁻¹ massa fresca)			
	Lapa-PR	Pinhais-PR	Cerro Azul-PR
Tupy	358,99bA	255,00cB	231,63bB
Guarani	370,84bA	315,65bB	311,59aB
Xavante	460,65aA	374,64aB	329,06aC
Cherokee	346,59bA	299,12bB	264,61bC
C.V. local = 10,37% / C. V. cultivar = 11,31%			
Flavonóides (mg quercetina 100 g ⁻¹ massa fresca)			
	Lapa-PR	Pinhais-PR	Cerro Azul-PR
Tupy	38,03bcA	35,78bB	31,36cC
Guarani	46,29aA	36,79bB	36,29bB
Xavante	47,33aA	38,16aBC	41,87aB
Cherokee	38,86bA	30,44cB	33,52bcB
C.V. local = 8,31% / C. V. cultivar = 10,58%			
Antocianinas Monoméricas (mg 100 g ⁻¹ massa fresca)			
	Lapa-PR	Pinhais-PR	Cerro Azul-PR
Tupy	110,73bcA	47,55dC	74,11cB
Guarani	118,93bA	96,06bB	99,00abB
Xavante	134,56aA	100,01aC	123,48aB
Cherokee	105,07cA	80,08cB	82,76bB
C.V. local = 9,81% / C. V. cultivar = 10,34%			
EC 50 (mg de massa fresca mg ⁻¹ DPPH)			
	Lapa-PR	Pinhais-PR	Cerro Azul-PR
Tupy	1,74bC	3,08aA	2,45aB
Guarani	1,74bB	2,18bA	2,17bA
Xavante	0,86cC	2,12bA	1,58cB
Cherokee	1,85aC	2,27bA	2,19bB
C.V. local = 6,38% / C. V. cultivar = 8,23%			

MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA MINÚSCULA NA COLUNA NÃO DIFEREM ENTRE SI. MÉDIAS SEGUIDAS DA MESMA LETRA MAIÚSCULA NA LINHA NÃO DIFEREM ENTRE SI. TESTE DE TUKEY $P \leq 0,05$.



1

2 FIGURA 12 - ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DO ABTS (% DE DEGRADAÇÃO DO RADICAL) DE QUATRO CULTIVARES DE AMOREIRA-
 3 PRETA IMPLANTADAS NA LAPA, PINHAIS E CERRO AZUL (PR) (C.V. LOCAL = 13,42% / C. V. CULTIVAR = 14,23%).

4 *AS CULTIVARES ESTÃO APRESENTADAS EM ORDEM CRESCENTE DE ATIVIDADE ANTIOXIDANTE NA TABELA E NO GRÁFICO.

O EC 50 é inversamente proporcional à capacidade antioxidante de uma amostra e expressa a quantidade necessária para diminuir a concentração do radical livre DPPH em 50% (TABELA 8). Os valores de EC 50 encontrados são variados e a cultivar Xavante apresentou o menor valor, ou seja, menores quantidades dos frutos dessa cultivar são requeridas para degradar 50% do radical livre. Além disso, na Lapa-PR os frutos apresentaram maior potencial antioxidante (menor EC 50). Entretanto, mesmo os menores valores encontrados indicam alto potencial antioxidante dos frutos se comparado com morango, framboesa e mirtilo (SOUZA et al., 2014).

Em relação ao nível de degradação do radical livre ABTS a cultivar Xavante demonstrou ter o maior potencial antioxidante (FIGURA 12). A cultivar Tupy apresentou o menor potencial. Em relação ao local de produção a atividade antioxidante pelo método do ABTS foi semelhante para a Lapa e Pinhais nas cultivares Tupy e Guarani e diferente nas cultivares Xavante e Cherokee, e o clima temperado foi mais adequado para a produção de compostos antioxidantes que o clima subtropical mesotérmico.

Não foram encontrados na literatura dados de atividade antioxidante de frutas vermelhas expressos em % de degradação do ABTS semelhante a este estudo. Porém, Souza et al. (2014) encontraram que as amoras-pretas analisadas por este método, possuem maior concentração de antioxidantes quando comparadas com outras pequenas frutas como o mirtilo e o morango. Assim, com este estudo comprova-se que a amora-preta é fonte de substâncias antioxidantes e que seu potencial para uso industrial é elevado, principalmente no que diz respeito a cultivar Xavante.

A atividade antioxidante das amoras-pretas apresentou uma correlação positiva com o conteúdo de polifenóis, flavonóides e antocianinas monoméricas (FIGURA 13). A maior correlação detectada foi entre o conteúdo de polifenóis e a atividade antioxidante pelo método do DPPH ($R^2 = 0,935$), indicando que quanto maior o conteúdo de polifenóis, menor o EC 50 e, conseqüentemente maior o potencial antioxidante.

Alta correlação também foi encontrada entre o conteúdo de polifenóis e a degradação do ABTS ($R^2 = 0,816$) e entre o conteúdo de antocianinas monoméricas e o EC 50 ($R^2 = 0,906$). Esses dados indicam que os compostos fenólicos são

responsáveis pelo potencial antioxidante dos frutos de amoreira-preta, e que, quanto maior a concentração desses compostos nos frutos maior será esse potencial.

A correlação entre o teor de ácido ascórbico e a atividade antioxidante dos frutos de amoreira-preta foi baixa ($R^2 = 0,317$). Reyes-Carmona et al. (2005) encontraram um coeficiente de correlação de 0,19 pelo método do poder redutor do ferro e 0,40 pelo método ORAC. Isso pode ser explicado porque o papel antioxidante do ácido ascórbico ocorre por diversos outros mecanismos como remoção do oxigênio singlete e regeneração de antioxidantes, não envolvendo, portanto, captura de radicais livres, como é o ABTS e o DPPH (FENNEMA, 2004; ARAÚJO, 2009).

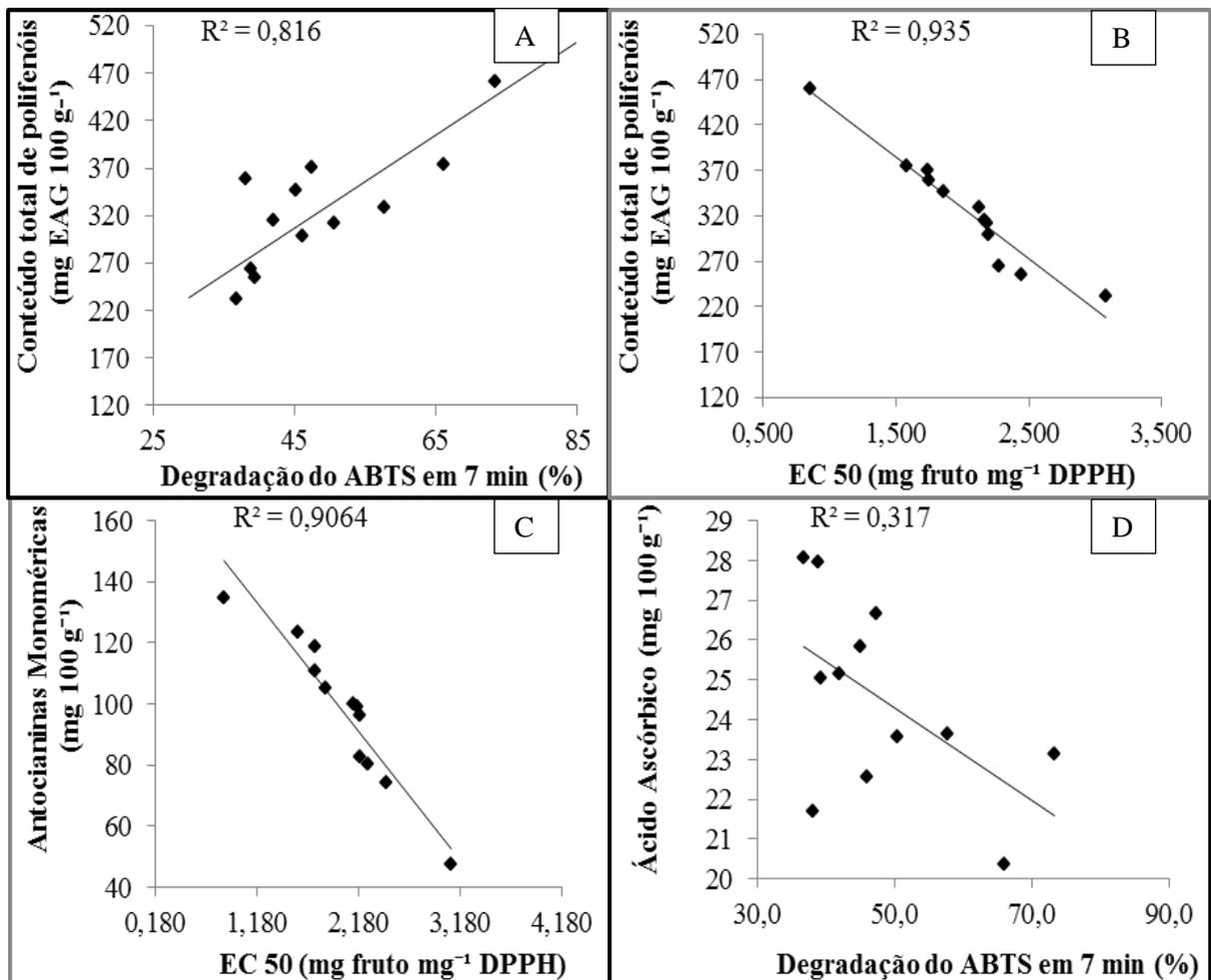


FIGURA 13 - CORRELAÇÕES ENTRE OS COMPOSTOS BIOATIVOS E A ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DOS FRUTOS DE AMOREIRA-PRETA (A – CONTEÚDO DE POLIFENÓIS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO ABTS; B – CONTEÚDO DE POLIFENÓIS TOTAIS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DO DPPH; C – ANTOCIANINAS MONOMÉRICAS E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DO DPPH; D – ÁCIDO ASCÓRBICO E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO ABTS).

5.4 CONCLUSÃO

Os frutos da amoreira-preta são fontes ricas de compostos fenólicos (polifenóis totais, flavonoides e antocianinas) e têm potencial para a utilização na indústria como fontes naturais desses compostos.

Os níveis de compostos bioativos e a atividade antioxidante dos frutos de amoreira-preta são dependentes da cultivar e das condições climáticas do local de produção.

Dentre as cultivares estudadas, a Xavante é a com maior potencial para utilização industrial, além de suas plantas serem desprovidas de espinhos o que facilita os tratos culturais.

O clima temperado somado a suplementação com irrigação proporcionaram o melhor ambiente para a produção de compostos bioativos em amoras-pretas.

Há uma alta correlação entre a concentração de compostos bioativos e a atividade antioxidante dos frutos da amoreira-preta.

5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, L.E.C. Blossom and ripening periods of blackberry varieties in Brazil. **Journal American Pomological Society**, University Park, v.54, n.4, p.164-168, 2000.

ANTUNES, L. E. C.; HOFFMANN, A. **Pequenas frutas – O produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1.ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 194 p.

ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. C. B. **Aspectos Técnicos da Cultura da Amora-preta**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 27 p.

AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry**. 11.ed. Washington, 1992. 1115 p.

ARAÚJO, J. M. A. **Química de Alimentos – teoria e prática**. 4.ed, UFV, 2009. 75 p.

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

BURIOL, A. Composição química e atividade biológica de extrato oleoso de própolis: uma alternativa ao extrato etanólico. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n.2, p.296-302, 2009.

CASTREJÓN, A. D. R., EICHHOLZ, I., ROHN, S., KROH, L. W., & HUYSKENS-KEIL, S. Phenolic profile and antioxidant activity of highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) during fruit maturation and ripening. **Food Chemistry**, Oxford, v. 109, p. 564–572, 2008.

CHO, M. J.; HOWARD, L. R.; PRIOR, R. L.; CLARK, J. R. Flavonoid glycosides and antioxidant capacity of various blackberry, blueberry and red grape genotypes determined by high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 84, p.1771–1782, 2004.

DEIGHTON, N., BRENNAN, R., FINN, C., & DAVIES, H. V. Antioxidant properties of domesticated and wild *Rubus* species. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v. 80, p. 1307–1313, 2000.

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. **Fennema's Food Chemistry**. 4.ed., Artmed, 2010. 900 p.

GIUST, M. M.; WROSLTAD, R. E. Characterization and measurement of anthocyanins by UV-visible spectroscopy. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**, New Jersey, 2001.

GOBBO-NETO, L.; LOPES, N. P. Plantas medicinais: fatores de influência no conteúdo de metabólitos secundários. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 02, p. 374-381, 2007.

HEINONEN, M.; LEHTONEN, P. J.; HOPIA, A. I. Antioxidant Activity of Berry and Fruit Wines and Liquors. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 46, p. 25-31, 1998.

ISABELLE, M.; LEE, B. L.; LIM, M. T.; KOH, W.; HUANG, D.; ONG, C. N. Antioxidant activity and profiles of common fruits in Singapore. **Food Chemistry**, Oxford, v. 123, p. 77-84, 2010.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; MORALES, M. T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.4, p.1283-1287, 2006.

MAIA, G. E. G.; PASQUI, S. C.; LIMA, A. S.; CAMPOS, F. M. Determinação dos teores de vitamina C em hortaliças minimamente processadas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 19, p. 329-335, 2008.

MANACH, C.; SCALBERT, A.; MORAND, C.; REMESY, C.; JIMENEZ, L. Polyphenols: Food sources and bioavailability. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 79, p. 727–747, 2004.

MARO, L. A. C.; PIO, R.; GUEDES, M. N. S.; ABREU, C. M. P.; CURI, P. N. Bioactive compounds, antioxidant activity and mineral composition of fruits of raspberry cultivars grown in subtropical areas in Brazil. **Fruits**, Les Ulis, v.68, n.3, p. 209-217, 2013.

MARTÍNEZ-FLÓREZ, S.; GONZÁLEZ-GALLEGO, J.; CULEBRAS, J. M.; TUÑÓN, M. J. Los flavonóides: propiedades y acciones antioxidantes. **Nutrición Hospitalaria**, Madri, v. 6, p. 271-278, 2002.

MOYER, R. A.; HUMMER, K. E.; FINN, C. E.; FREI, B.; WROLSTAD, R.E. Anthocyanins, phenolics, and Antioxidants capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, p. 519-525, 2002.

MULLEN, W.; STEWART, A. J.; LEAN, M. E. J.; GARDNER, P.; DUTHIE, G. C.; CROZIER, A. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: *Vaccinum*, *Rubus*, and *Ribes*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 50, p. 5197–5201, 2002.

NIJVELDT, R. J.; VAN NOOD, E.; VAN, H.; BOELENS, P. G.; VAN NORREN, K.; VAN LEEUWEN, P. A. Flavonoids: a review of probable mechanisms of action and potential applications. **The American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v. 4, p. 418-425, 2001.

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

PAREDES-LÓPEZ, O.; CERVANTES-C1EJA, M. L.; VIGNA-PÉREZ, M.; HÉRNANDEZ-PÉREZ, T. Berries: Improving human health and healthy aging, and promoting quality — A review. **Plant Foods for Human Nutrition**, Dordrecht, v. 65, p. 299–308, 2010.

POLING, E.B. Blackberries. **Journal of Small Fruit and Viticulture**, Binghamton, v.14, n.1-2, p.38-69, 1996.

RE, R. N.; PELLEGRINI, A.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, M.; YANG, C. RICE-EVANS. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology & Medicine**, San Diego, v. 26, p. 1231–1237, 1999.

REYES-CARMONA, J.; YOUSEF, G. G.; MARTINEZ-PENICHE, R. A.; LILA, M. A. Antioxidant Capacity of Fruit Extracts of Blackberry (*Rubus* sp.) Produced in Different Climatic Regions. **Journal of Food science**, Chicago, v. 70, p. 497-503, 2005.

SOUSA, M. B., CURADO, T., VASCONCELOS, F. N., TRIGO, M. J. Amora-preta: qualidade pós-colheita. **Folhas de Divulgação AGRO**, São Paulo, v. 556, n. 7, 2007. 13 p.

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

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 824 p.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, M. C. Amora-preta (*Rubus* sp.): otimização do processo de extração para determinação de compostos fenólicos antioxidantes. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v. 33, n. 4, p. 1209-1214, 2011.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados do presente estudo, confirma-se a amoreira-preta como sendo uma das espécies mais promissoras em relação a produção e comercialização, desde que implantadas em condições adequadas.

A adaptação das cultivares em clima temperado foi superior à observada em clima subtropical mesotérmico. Para condições de clima temperado, recomenda-se principalmente, a cultivar Tupy, por ser a mais produtiva. Porém, se houver distribuição irregular da precipitação se faz necessário a utilização de irrigação para a maior garantia de boas produtividades.

Para a produção em climas subtropicais a intervenção, por meio da poda verde, pode se tornar um importante aliado na produção das amoras-pretas. Estudos com poda drástica no verão já têm sido efetuados e há indícios de que a melhor tecnologia para a exploração dessa cultura é, após a poda drástica realizar a pulverização com calda bordalesa, adubação com 20 g de N por planta e a utilização de irrigação para suplementação de água nos períodos secos (PIO & GONÇALVES, 2014). Além disso, apesar de a amoreira-preta não demandar adubações em elevadas quantidades, quando comparadas com outras fruteiras, recomenda-se um fornecimento adequado de nutrientes ao longo do ciclo e, quando possível, a aplicação de adubos orgânicos anualmente.

Evidencia-se com este trabalho a riqueza em compostos fenólicos e em pigmentos antociânicos de alto poder antioxidante nas amoras-pretas, e, que os frutos, quando em ambiente adequado, apresentam atributos sensoriais únicos que atraem o consumidor.

As amoras-pretas apresentam elevado potencial para utilização na indústria, tendo em vista a busca por antioxidantes naturais para produtos alimentícios, cosméticos e farmacêuticos. Dentre as cultivares estudadas, recomenda-se para esse fim a Xavante, por apresentar maior concentração de antioxidantes e por ter hastes sem espinhos, característica que facilita o manejo do pomar.

O fruto pode proporcionar alto retorno econômico ao agricultor. Aspectos econômicos não fizeram parte deste estudo, porém, cabe ressaltar que em dezembro de 2013 a amora-preta chegou a ser vendida por 139,90 reais o Kg em mercados centrais em Curitiba.

Para trabalhos futuros recomenda-se: diferentes épocas de poda para a verificação da possibilidade do escalonamento de produção com essas cultivares; desempenho dessas e outras cultivares de amoreira-preta em clima subtropical mesotérmico com a utilização de irrigação; manejo integrado de pragas, principalmente, a broca-da-amoreira (*Eulechriops rubi*); influência do processamento no teor de compostos bioativos e atividade antioxidante de amoras-pretas da cultivar Xavante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNES, L. E. C. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 1, p. 151- 158, 2002.

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

ANTUNES, L. E. C.; HOFFMANN, A. Pequenas frutas – O produtor pergunta, a Embrapa responde. 1.ed. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 194 p.

ANTUNES, L. E. C.; RASEIRA, M. C. B. **Aspectos técnicos da cultura da Amora-preta**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 27 p.

CAMPAGNOLO, M.A.; PIO, R. Phenological and yield performance of black and redberry cultivars in western Paraná state. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.34, p.439-444, 2012.

CARAMORI, P. H.; OLIVEIRA, D.; CAVIGLIONE, J. H.; BORROZZINO, E. Análise histórica do clima paranaense. **IAPAR**. Disponível em: <www.iapar.br/arquivos/file/zip_pdf/analise6.pdf>. Acesso em: 04/04/2013.

CHO, M. J.; HOWARD, L. R.; PRIOR, R. L.; CLARK, J. R. Flavonoid glycosides and antioxidant capacity of various blackberry, blueberry and red grape genotypes determined by high-performance liquid chromatography/mass spectrometry. **Journal Science Food Agriculture**, Arkansas, v. 84, p. 1771-1782, 2004.

CLARK, J. R.; FINN, C. E. Blackberry breeding and genetics. **Fruit, Vegetable And Cereal Science and Biotechnology**, Germany, v. 5, n. 1, p. 27-43, 2011.

CONNOR, A. M.; FINN, C. E.; McGHIE, T. K.; ALSPACH, P. A. Genetic and environmental variation in anthocyanins and their relationship to antioxidant activity in blackberry and hybridberry cultivars. **Journal American Society Horticultural Science**, Alexandria, v. 130, p. 680-687, 2005.

CURI, P. N. **Fenologia e produção de cultivares de amoreiras (*Rubus spp.*) em região de clima subtropical de altitude com inverno ameno**. 59 f. Dissertação

(Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

DUTCOSKY, S. D. **Análise Sensorial de Alimentos**. 2.ed. rev. e ampl. Curitiba: Champagnat, 2007. 238 p.

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

FENNEMA, O. R.; DAMODARAN, S.; PARKIN, K. Fennema's Food Chemistry. 4.ed. Local: Artmed., 2010. 900 p.

FERREIRA, D. S.; ROSSO, V. V.; MERCADANTE, A. Z. Compostos bioativos presentes em amora-preta (*Rubus* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 32, n. 3, p. 664-674, 2010.

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

IAPAR. Zoneamento Agrícola do Estado do Paraná. **IAPAR**. Disponível em: <www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1043>. Acesso em: 04 de abril de 2013.

IBGE. Indicadores IBGE – estatística da produção agrícola – Fevereiro de 2013. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 05 Agosto 2014.

JACQUES, A. C. **Estabilidade de compostos bioativos em polpa congelada de amora-preta (*Rubus fruticosus*) cv. Tupy**. 102 f. Tese (Mestrado em Ciência e Tecnologia Agroindustrial) – Faculdade de Agronomia. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2009.

JIMENES-GARCIA, S. N.; GUEVARA-GONZALEZ, R. G.; MIRANDA-LOPEZ, R.; FERREGRINO-PEREZ, A. A.; TORRES-PACHECO, I.; VAZQUEZ-CRUZ, M. A. Functional properties and quality characteristics of bioactive compounds in berries: biochemistry, biotechnology, and genomics. **Food Research International**, México, p. 2012. 13 p.

KAUME, L.; HOWARD, L. R.; DEVAREDDY, L. The Blackberry fruit: a review in its composition and chemistry, metabolism and bioavailability, and health benefits. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 60, p. 5716-5727, 2012.

LAWRENCE, A.A. Evolutionary Relationships in *Rubus* (Rosaceae) Based on Molecular Data. In: 8TH INTERNATIONAL RUBUS AND RIDES SYMPOSIUM, **Annual Report**, Dundee, p. 226-233, 2001.

MANDELLI, F. Fenologia e necessidade térmicas da videira na Serra Gaúcha. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2004. 25 p.

MANICA, I. **Fruteiras nativas, silvestres e exóticas I – técnica de produção e mercado**. 1.ed. Campinas: 5 continentes, 2000. p. 45-89.

HEINONEN, M.; LEHTONEN, P. J.; HOPIA, A. I. Antioxidant activity of berry and fruit wines and liquors. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Washington, v. 46, p. 25-31, 1998.

MOTA, R. V. Caracterização do suco de amora-preta elaborado em extrator caseiro. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 2, p. 303-308, 2006.

PAGOT, E. Situação e perspectivas da produção de pequenas frutas: cenário da produção de pequenas frutas. In: ENCONTRO SOBRE PEQUENAS FRUTAS E FRUTAS NATIVAS DO MERCOSUL, 4., 2010, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 216 p.

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

PEREIRA, I. S.; ANTUNES, L. E. C.; SILVEIRA, C. A. P.; MESSIAS, R. S.; GARDIN, J. P. P.; SCHNEIDER, F. C.; PILLON, C. N. **Caracterização agrônômica da amoreira-preta cultivada no Sul do estado do Paraná**. 1.ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 33 p.

PERKINS-VEAZIE, P.; COLLINS, J. K. Quality of erect-type blackberry fruit after short intervals of controlled atmosphere storage. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 25, p. 235-239, 2002.

POLING, E.B. Blackberries. **Journal of Small Fruit and Viticulture**, Binghamton, v.14, n.1-2, p.38-69, 1996.

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

SEERAM, N. P.; ADAMS, L. S.; ZHANG, Y.; LEE, R.; SAND, D.; SCHEULLER, H. S.; HEBER, D. Blackberry, black raspberry, blueberry, cranberry, red raspberry, and strawberry extracts inhibit growth and stimulate apoptosis of human. **Journal Of Agriculture And Food Chemistry**, Washington, v. 54, p. 9329-9339, 2006.

SILVA, R.P. da; DANTAS, G.G.; NAVES, R.V.; CUNHA, M.G. Comportamento fenológico de videira, cultivar Patrícia em diferentes épocas de poda de frutificação em Goiás. **Bragantia**, Campinas, v.65, p.399-406, 2006.

SOUSA, M. B., CURADO, T., VASCONCELOS, F. N., TRIGO, M. J. Amora-preta: qualidade pós-colheita. **Folhas de Divulgação AGRO**, São Paulo, v. 556, n. 7, 2007. 13 p.

STRIK, B. Worldwide production of blackberries. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 777, p. 209-218, 2008.

TAYLOR, K. Biological flora of the British Isles. **Journal of Ecology**, Scotland, v. 93, p. 1249-1262, 2005.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS RESULTADOS OBTIDOS EM CERRO AZUL-PR. (2012/13 – 2013/14).

Variável	Ciclo	Soma de Quadrados		Quadrado Médio		F
		Tratamento	Resíduo	Tratamento	Resíduo	
Produção	2012/13	660.492,2	934.339,2	220.164,1	12.293,9	17,9**
	2013/14	1.553.432,0	2.942.739,2	517.810,6	38.720,2	13,37**
Massa dos frutos	2012/13	49,7	1,9	16,6	0,2	100,5**
	2013/14	25,3	31,6	8,44	0,08	105,9**
Diâmetro Longitudinal	2012/13	4203,7	337,5	1401,2	0,82	1644,1**
	2013/14	2716,1	220,5	905,4	0,55	1626,2**
Diâmetro Equatorial	2012/13	1496,2	245,3	498,7	0,62	805,2**
	2013/14	946,1	114,9	315,3	0,29	1086,4**
ΔE	2012/13	305,4	491,2	101,8	1,24	82,1**
	2013/14	112,9	277,1	37,6	0,70	53,8**
pH	2012/13	0,90	8,75	0,29	0,11	2,60 ^{ns}
	2013/14	0,22	2,61	0,07	0,03	2,19 ^{ns}
Acidez Titulável	2012/13	0,89	8,5	0,29	0,11	2,67 ^{ns}
	2013/14	0,66	0,83	0,22	0,01	19,97**
Sólidos Solúveis	2012/13	10,66	16,41	3,55	0,21	16,46**
	2013/14	11,58	26,95	3,86	0,35	10,89**

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns não significativo ($p \geq 0,05$)

APÊNDICE 2 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS RESULTADOS OBTIDOS NA LAPA-PR. (2012/13 – 2013/14).

Variável	Ciclo	Soma de Quadrados		Quadrado Médio		F
		Tratamento	Resíduo	Tratamento	Resíduo	
Produção	2012					
	/13	11.024.260,0	3.812.960,2	3.674.753,0	50.170,5	73,24**
	2013				1.764,18	
Massa dos frutos	/14	249.626.211	134.078.274	83.208.737,0	8,0	47,16**
	2012					
	/13	986,4	166,7	328,8	0,42	780,79**
Diâmetro Longitudinal	2013					
	/14	1276,8	85,8	425,6	0,21	1965,13**
	2012					
Diâmetro Equatorial	/13	3128,2	4474,1	1042,7	11,29	92,30**
	2013					
	/14	5005,3	3539,9	1668,4	8,93	186,60**
Textura (N)	2012					
	/13	773,0	4741,2	257,7	11,9	21,50**
	2013					
ΔE	/14	1051,34	3466,5	350,4	8,75	40,00**
	2013					
	/14	2,1	0,2	0,7	0,003	257,00**
L	2013					
	/14	9,91	686,5	3,3	1,73	1,90 ^{ns}
	2013					
a*	/14	77,4	817,1	25,8	2,06	12,51**
	2013					
	/14	142,3	40,51	47,4	0,102	436,80**
b*	2013					
	/14	19,8	5,95	6,6	0,01	438,60**
	2012					
pH	/13	9,67	6,68	3,22	0,09	36,65**
	2013					
	/14	5,04	2,53	1,68	0,03	50,35**
Acidez Titulável	2012					
	/13	2,75	7,68	0,91	0,10	9,08**
	2013					
Sólidos Solúveis	/14	1,23	1,30	0,41	0,02	23,98**
	2012					
	/13	3,92	34,82	1,30	0,45	2,85*
Sólidos Solúveis	2013					
	/14	18,7	18,1	6,23	0,24	26,22**

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns não significativo ($p \geq 0,05$)

APÊNDICE 3 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS ATRIBUTOS SENSORIAIS DAS AMORAS-PRETAS (2013).

Variável	Ciclo	Soma de Quadrados		Quadrado Médio		F
		Tratamento	Resíduo	Tratamento	Resíduo	
Aparência	2013/14	131,78	808,5	43,9	1,72	25,42**
Aroma	2013/14	0,14	871,7	0,05	1,86	0,26 ^{ns}
Textura	2013/14	125,8	920,9	41,9	1,97	21,30**
Sabor	2013/14	340,8	869,4	113,6	1,85	61,15**
Impressão						
Global	2013/14	177,97	971,80	59,32	2,07	25,57**

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$)

ns não significativo ($p \geq 0,05$)

APÊNDICE 4 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS DADOS OBTIDOS PARA O TEOR DE ÁCIDO ASCÓRBICO.

Fonte Variação	Graus Liberdade	Soma quadrados	Quadrado Médio	F
Trat-a(Ta)	3	683,33	227,78	78,13**
Resíduo-a	44	128,27	2,92	
Trat-b(Tb)	2	496,45	248,22	63,26**
Int. TaxTb	6	1179,78	196,63	50,11**
Resíduo-b	88	345,28	3,92	
Total	143	2833,10	19,81	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

Trat-a: Cultivares/ Trat-b: Locais

APÊNDICE 5 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS DADOS OBTIDOS PARA POLIFENÓIS TOTAIS.

Fonte Variação	Graus Liberdade	Soma quadrados	Quadrado Médio	F
Trat-a(Ta)	3	705,03	235,01	56,18**
Resíduo-a	44	184,06	4,18	
Trat-b(Tb)	2	792,66	396,33	112,17**
Int. TaxTb	6	83,43	13,90	3,94**
Resíduo-b	88	310,92	3,53	
Total	143	2076,77	14,52	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

Trat-a: Cultivares/ Trat-b: Locais

APÊNDICE 6 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DOS DADOS OBTIDOS PARA FLAVONÓIDES.

Fonte Variação	Graus Liberdade	Soma quadrados	Quadrado Médio	F
Trat-a(Ta)	3	4,50	1,50	7,41**
Resíduo-a	44	8,91	0,20	
Trat-b(Tb)	2	1,31	0,66	5,24**
Int. TaxTb	6	5,58	0,93	7,44**
Resíduo-b	88	11,00	0,13	
Total	143	31,30	0,22	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

Trat-a: Cultivares/ Trat-b: Locais

APÊNDICE 7 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA DA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO DPPH (EC 50).

Fonte Variação	Graus Liberdade	Soma quadrados	Quadrado Médio	F
Trat-a(Ta)	3	0,72	0,24	4,65**
Resíduo-a	44	2,25	0,05	
Trat-b(Tb)	2	0,97	0,48	21,21**
Int. TaxTb	6	1,68	0,28	12,30**
Resíduo-b	88	2,00	0,02	
Total	143	2,97	0,02	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

Trat-a: Cultivares/ Trat-b: Locais

APÊNDICE 8 – ANÁLISE DE VARIÂNCIA ATIVIDADE ANTIOXIDANTE PELO MÉTODO ABTS (% DEGRADAÇÃO EM 7 MIN).

Fonte Variação	Graus Liberdade	Soma quadrados	Quadrado Médio	F
Trat-a(Ta)	3	18521,57	6173,86	84,57**
Resíduo-a	44	3212,26	73,01	
Trat-b(Tb)	2	409,77	204,88	4,63*
Int. TaxTb	6	1084,28	180,71	4,08**
Resíduo-b	88	3895,64	44,27	
Total	143	27123,52	189,67	

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$).

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0,01 \leq p < 0,05$).

Trat-a: Cultivares/ Trat-b: Locais



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
AGRONOMIA - PRODUÇÃO VEGETAL



AVALIAÇÃO SENSORIAL DE AMORAS-PRETAS

Consumidor habitual de frutas? Sim Não

Já consumiu amora-preta? Sim Não

Fumante? Sim Não Sexo: _____

Idade: _____

1) Você está recebendo 4 amostras codificadas de amora-preta. Coloque o código de cada amostra na tabela abaixo e prove-as cuidadosamente, da esquerda para direita. Enumere a intensidade de cada atributo, de acordo com a escala abaixo:

1 - Desgostei muitíssimo

2 - Desgostei muito

3 - Desgostei moderadamente

4 - Desgostei ligeiramente

5 - Não gostei / nem desgostei

6 - Gostei ligeiramente

7 - Gostei moderadamente

8 - Gostei muito

9 - Gostei muitíssimo

Código da amostra	Aparência	Aroma	Firmeza	Sabor	Nota Geral

2) Por favor, ordene as amostras de acordo com a sua preferência em ordem crescente.

_____ - preferida

_____ + preferida

3) Você compraria as amostras provadas? Coloque o código das amostras na tabela abaixo e marque um X na opção desejada.

Código da amostra	Sim	Talvez	Não

4) Observações: _____

MUITO OBRIGADA POR PARTICIPAR DE NOSSA PESQUISA! 😊