

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

JOSÉ GILBERTO SOUSA MEDEIROS

**ASPECTOS FENOLÓGICOS, DESEMPENHO PRODUTIVO,
QUALIDADE E COMPOSTOS BIOATIVOS DE FRUTOS DE
CULTIVARES DE MIRTILEIROS NO PARANÁ**

CURITIBA/PR

2016



Ministério da Educação
Universidade Federal do Paraná
Setor de Ciências Agrárias
Programa de Pós-Graduação em Agronomia



JOSÉ GILBERTO SOUSA MEDEIROS

**ASPECTOS FENOLÓGICOS, DESEMPENHO PRODUTIVO,
QUALIDADE E COMPOSTOS BIOATIVOS DE FRUTOS DE
CULTIVARES DE MIRTILEIROS NO PARANÁ**

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

Orientador: Prof. Dr. Luiz Antonio Biasi

Co-orientador: Prof^ª. Dr^ª. Francine Lorena Cuquel

Dr^ª. Claudine Maria de Bona

CURITIBA/PR

2016



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




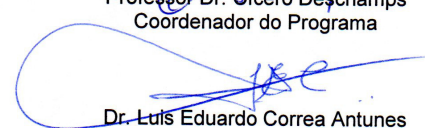
PARECER


Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, reuniram-se para realizar a arguição da Tese de DOUTORADO, apresentada pelo candidato **JOSÉ GILBERTO SOUSA MEDEIROS**, sob o título **"ASPECTOS FENOLÓGICOS, DESEMPENHO PRODUTIVO, QUALIDADE E COMPOSTOS BIOATIVOS DE FRUTOS DE CULTIVARES DE MIRTILEIROS NO PARANÁ"**, para obtenção do grau de Doutor em Ciências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná.

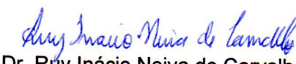
Após haver analisado o referido trabalho e argüido o candidato são de parecer pela **"APROVAÇÃO"** da Tese.

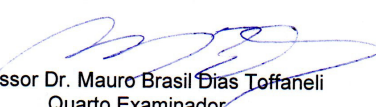
Curitiba, 20 de Abril de 2016.

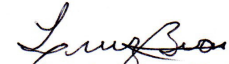

Professor Dr. Cícero Deschamps
Coordenador do Programa


Dr. Luis Eduardo Correa Antunes
Primeiro Examinador


Dra. Claudine Maria de Bona
Segunda Examinadora


Professor Dr. Ruy Inácio Neiva de Carvalho
Terceiro Examinador


Professor Dr. Mauro Brasil Dias Toffaneli
Quarto Examinador


Professor Dr. Luiz Antonio Biasi
Presidente da Banca e Orientador

AGRADECIMENTOS

A Deus, Pai Onipotente. A Nossa Senhora do Rocio, padroeira do Paraná, e as Paróquias do Divino Espírito Santo e Santo Agostinho pela acolhida.

Ao IFPA pela liberação para realização do Doutorado.

Ao PGAPV- UFPR pela oportunidade de realização do Doutorado.

Ao CNPq e a Fundação Araucária pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do projeto.

A Capes pela concessão de bolsa de estudo no ano de 2015.

Ao IAPAR pela estrutura física e técnica para o desenvolvimento do Projeto nas Estações Experimentais da Lapa e Cerro Azul.

Ao Dr. Luiz Antonio Biasi, professor da UFPR, pela competente orientação e pelos ensinamentos.

A Dra. Francine Lorena Cuquel, professora da UFPR, pela valiosa co-orientação e disponibilidade do Laboratório de Pós-Colheita.

A Dra. Claudine Maria De Bona, Pesquisadora do Programa Fruticultura do IAPAR, pela co-orientação e viabilização das atividades nas Estações Experimentais com o apoio dos servidores: Margarida, Pedro, Jocemar, Clóvis Hoffmann (Lapa), Joel e Ivete (Cerro Azul).

Ao Técnico do IAPAR, Eliezer José Tobias. Profissional competente e parceiro para enfrentar o “vento gelado” da Lapa e as “curvas” de Cerro Azul. Obrigado pela companhia nas atividades de campo e no restaurante. “O homem é bom de garfo”.

Aos professores do PGAPV- UFPR pelo aprendizado.

Ao Dr. Idemir Citadin, professor da UTFPR e Dr. Luiz Nery, professor do IFPA, e a Dra. Maria do Carmo B. Raseira, Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, pela confiança na recomendação no processo seletivo.

Ao Dr. Flávio Zanette, professor da UFPR, pela contribuição no processo de qualificação.

A Dra. Cristiane Fagundes pelas correções e contribuições na banca de pré-defesa.

Aos membros da banca de defesa: Dr. Luis Eduardo Corrêa Antunes, Pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Dr. Mauro Brasil Dias Tofanelli, professor da UFPR e Dr. Ruy Inácio Neiva de Carvalho, professor da PUC Paraná, pelas correções e contribuições.

Aos colegas da “Pós” pela companhia e compartilhamento dos conhecimentos.

Aos estagiários da Fruticultura, em especial a Emanuele Cunha (Manu), Aleksandre Pfeiffer (Alex) e Genovir (Geno), pela contribuição nas atividades de campo e laboratoriais.

A Jéssica pela parceria no laboratório, no campo, na salinha da Pós, no RU...

Ao Dr. Marcos Dolinski pela parceria no trabalho de diagnóstico de doenças.

Aos trabalhadores da UFPR e IAPAR pela contribuição nas atividades de campo.

A Lucimara, secretária do PGAPV e a Maureen, secretária do Departamento de Fitotecnia pela forma competente e carinhosa em sempre atender bem.

Aos parceiros do futebol na Agrárias: professores Bernal, Dittrich e tanto outros “pernas de paus”, a diversão compensou o nível técnico.

Ao Hospital Nossa Senhora das Graças e a equipe do Dr. Fernando Meyer (Curitiba/PR) e Dr. Amílcar Corrêa (Belém/PA) que de forma profissional e humana me ajudaram a superar um momento de dificuldade.

Aos amigos do Edifício Monções, que acolheram a mim e a minha família.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

Os meus mais sinceros agradecimentos.

MUITO OBRIGADO!!!

Dedico este trabalho:

Ao meu querido pai, João Medeiros, pela dignidade e hombridade.

À minha querida mãe, Doralice, pela vibração, felicidade e alegria contagiante.

*Por nunca medirem esforços para me ajudar,
me apoiando em todas as minhas decisões.*

*A minha amada esposa Neila que de forma carinhosa
cuidou de mim e de nossos filhos.*

Expressso nos versos de Clarice Lispector todo meu Amor:

“ Não me lembro mais qual foi nosso começo.

Sei que não começamos pelo começo.

Já era amor antes de ser”.

“Aos meus filhos Rogério e Renan, razão de viver,

luzes que iluminam minha vida”.

“Há um tempo em que é preciso
abandonar as roupas usadas
que já tem a forma do nosso corpo
e esquecer os nossos caminhos que
nos levam sempre aos mesmos lugares.

É o tempo da travessia:
e se não ousarmos fazê-la
teremos ficado para sempre
à margem de nós mesmos.”

Tempo de travessia - Fernando Pessoa

RESUMO

A existência de muitas cultivares de mirtilheiros (*Vaccinium* spp.) exige estudos quanto ao comportamento produtivo e de seus compostos bioativos no local de cultivo. Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento fenológico, a produtividade e a qualidade de frutos de oito cultivares de mirtilheiros do grupo rabbiteye (Aliceblue, Bluebelle, Bluegem, Briteblue, Climax, Delite, Powderblue e Woodard) e duas do grupo highbush (Georgiagem e O'Neal) no Centro de Estações Experimentais da UFPR, em Pinhais e nas Estações Experimentais do IAPAR, nos municípios de Cerro Azul e Lapa, no Estado do Paraná, nos ciclos produtivos de 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015. As plantas foram dispostas em quatro blocos varietais aleatórios, com dez plantas por parcela. Foram avaliadas as datas de início e final de floração, início e final de colheita, frutificação efetiva, produção, massa, tamanho, pH, teor de sólidos solúveis totais, acidez titulável, *ratio*, coloração e a quantificação de vitamina C, polifenóis, flavonóides, antocianinas totais e atividade antioxidante. As cultivares apresentaram floração entre julho e setembro, concentrando sua colheita no mês de novembro e dezembro. As maiores frutificações efetivas foram observadas nas cultivares Briteblue, Climax, Delite e Powderblue. Houve diferenças entre as cultivares quanto a massa do fruto, tamanho, pH, teor de sólidos solúveis e acidez. As cultivares em estudo exibem coloração azul com poucas variações ao longo dos anos de avaliação. As cultivares com melhor desempenho produtivo foram Bluegem, Climax, Delite e Powderblue. A maior concentração de vitamina C foi encontrada na cultivar Delite, em Pinhais. A cultivar Powderblue, cultivada na Lapa, apresentou a maior quantidade de polifenóis e a mais alta concentração de antocianinas totais. O maior teor de flavonóides foi verificado na cultivar Delite cultivada em Pinhais. A atividade antioxidante variou de acordo com o local de cultivo e as cultivares. O maior potencial antioxidante foi obtido nas cultivares em Pinhais, seguido pela Lapa e Cerro Azul. As cultivares avaliadas apresentaram correlação positiva entre conteúdo total de antocianinas e polifenóis e atividade antioxidante. Os resultados confirmam o potencial do mirtilo como fonte de compostos fenólicos, com elevada atividade antioxidante, e evidencia que existem diferentes níveis de concentrações de compostos bioativos conforme a cultivar e o local de cultivo.

Palavras-chave: pequenas frutas, fruticultura, polifenóis, antocianinas, vitamina C.

ABSTRACT

Studies about yield and bioactive compounds production in each area of cultivation are required because many blueberry (*Vaccinium* spp.) cultivars are available. This work aimed to evaluate the phenological behavior, yield and fruit quality of ten blueberry cultivars (Aliceblue, Bluebelle, Bluegem, Briteblue, Climax, Delite, Georgiagem, O'Neal, Powderblue, and Woodard) in Experimental Stations Center UFPR in Pinhais and the Experimental Stations of IAPAR in the municipalities of Cerro Azul and Lapa, in Paraná, in cycles 2012/2013, 2013/2014 and 2014/2015. The plants were arranged in four varieties random blocks, with ten plants per plot. Start and end of flowering and harvest, the fruit set, yield, mass, size, pH, soluble solids, titratable acidity, ratio, staining and quantification of vitamin C, polyphenols, flavonoids, anthocyanins and antioxidant activity were evaluated. Cultivars showed flowering period from July to September, focusing their harvest in November and December. The highest fruit set were observed with Briteblue, Climax, Delite and Powderblue cultivars. There were differences among cultivars for the fruit mass, size, pH, soluble solids and acidity. The cultivars studied exhibit blue color with little variation over the years of assessment. The cultivars with better growth performance were Bluegem, Climax, Delite and Powderblue. The highest concentration of vitamin C found in the cultivar Delite in Pinhais. Cultivar Powderblue, grown in Lapa, had the highest amount of polyphenols and the highest concentration of anthocyanins. The highest content of flavonoids was found in the cultivar Delite grown in Pinhais. The antioxidant activity varied according to the place of cultivation and cultivars. The greatest potential antioxidant was obtained in cultivars in Pinhais, following the Lapa and Cerro Azul. The cultivars showed a positive correlation between conteúdo total anthocyanins and polyphenols and antioxidant activity. The results confirm the blueberry potential as a source of phenolic compounds with high antioxidant activity, and shows that there are different levels of bioactive compounds in concentrations as to cultivate and area of cultivation.

Key words: small fruit, fruit culture, polyphenols, anthocianins, vitamin C.

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO DE LITERATURA

Figura 1 - Flores de mirtilheiro.	26
Figura 2 - Plantas da cultivar Bluegem.	26
Figura 3 - Planta da cultivar Climax.	26
Figura 4 - Tamanho de frutos de mirtilheiro.	29
Figura 5 - Sistema de coordenadas de cores CIELAB.	29
Figura 6 - Oxi-redução do ácido L-ascórbico.	32
Figura 7 - Estrutura básica dos flavonóides.	34
Figura 8 - Estrutura química das antocianinas.	35
Figura 9 - Classificação climática do Paraná.	37
Figura 10 - Relevo do estado do Paraná.	37

BIOCOMPOUNDS OF BLUEBERRY CULTIVARS GROWN UNDER DIFFERENT CLIMATES

Figure 1 - Antioxidant capacity of blueberry aqueous extract of different cultivars grown in Pinhais. Parana. Brazil. By DPPH method.	95
Figure 2 - Antioxidant capacity of blueberry aqueous extract from different cultivars grown in Lapa. Parana. Brazil. By DPPH method.	96
Figure 3 - Antioxidant capacity of blueberry aqueous extract from different cultivars grown in Cerro Azul. Parana. Brazil. By DPPH method.	96

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Figura 11 - Danos por pássaros em frutos de mirtilo (A) e fitas refletivas (B).	104
Figure 12 - Danos por <i>Trigona spinipes</i> em flores de mirtilo (A) e (B).	104

Figure 13 - Polinizadores bióticos: (A) Abelha (<i>Apis melífera</i>), (B) Mamangava.....	104
Figura 14 - Danos por formigas em frutos de mirtilo (A) e (B).....	105
Figura 15 - Morte de plantas 'Powderblue' em vasos (A) e em plantas adultas no campo (B) e (C).....	105
Figura 16 - Frutos de mirtilo em diversos estádios: verde (A), maduro (B) e maturação completa.....	105
Figura 17 - Colheita de frutos de mirtilo no estádio de maturação completa.....	106
Figura 18 - Danos por frio em frutos de mirtilo: na planta (A) e nos frutos (B).....	106
Figura 19 - Quebra-vento: Eucalipto (A) e Capim-elefante (B).....	106
Figura 20 - Sistema de irrigação por gotejamento: filtro (A), ramal principal (B) e ramal com gotejadores (C).....	107
Figura 21 - Adubação de cobertura com sulfato de amônio: (A) e (B).....	107
Figura 22 - Cobertura morta nos camalhões: acícula de pinus (A) e resíduos da indústria madeireira (B).....	107
Figura 23 - Cobertura verde nas entrelinhas: aveia preta, ervilhaca e nabo forrageiro (A) e amendoim forrageiro (<i>Arachis</i> sp.) (B).....	108

LISTA DE TABELAS

FENOLOGIA E DESEMPENHO PRODUTIVO DE CULTIVARES DE MIRTILEIRO SOB INVERNO AMENO.

Tabela 1. Características fenológicas de dez cultivares de mirtilo, nos ciclos produtivos (2013/2014 e 2014/2015), cultivados no CEEEx da UFPR, Pinhais, Estado do Paraná. 53

Tabela 2. Produção, massa fresca (MF) e tamanho (mm) de frutos de cultivares de mirtilos, nos ciclos produtivo 2013/2014 e 2014/2015, cultivados no CEEEx em Pinhais, Estado do Paraná⁽¹⁾..... 54

Tabela 3. Potencial hidrogeniônico (pH), teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e ratio (SS/AT) de frutos de cultivares de mirtilos, nos ciclos produtivo 2013/2014 e 2014/2015, cultivados no CEEEx em Pinhais, Estado do Paraná⁽¹⁾..... 55

Tabela 4. Coordenadas de cor (L*, a*, b*), tonalidade (hue) e chroma de frutos de mirtilos, safra 2013/2014, 2014/2015, cultivados no CEEEx em Pinhais, Estado do Paraná⁽¹⁾..... 55

Tabela 5. Características climáticas nos anos de 2013 e 2014. Pinhais, Estado do Paraná⁽¹⁾...55

DESEMPENHO DE CULTIVARES DE MIRTILEIRO EM CLIMA SUBTROPICAL DE ALTITUDE

Tabela 1. Características fenológicas de dez cultivares de mirtilo, em três ciclos produtivos (2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015), cultivados na Lapa, Estado do Paraná. 68

Tabela 2. Características Climáticas nos anos de 2012, 2013 e 2014. Lapa, Estado do Paraná⁽¹⁾..... 69

Tabela 3. Produção, massa fresca (MF), tamanho (mm), pH, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e *ratio* de frutos de mirtilos safra 2012/2013 na Lapa estado do Paraná..... 69

Tabela 4. Produção, massa fresca (MF), tamanho (mm), pH, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e *ratio* de frutos de mirtilos na safra 2013/2014 na Lapa. Estado do Paraná..... 70

Tabela 5. Produção, massa do fruto (MF), Tamanho (mm), pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e ratio de frutos de mirtilos safra 2014/2015, na Lapa, Estado do Paraná⁽¹⁾. 71

Tabela 6. Coordenadas de cor (L*, a*, b*), tonalidade (hue) e saturação (chroma) de frutos de mirtilos, safra 2012/2013, na Lapa, Estado do Paraná..... 71

Tabela 7. Coordenadas de cor (L*, a*, b*), tonalidade (hue) e saturação (chroma) de frutos de mirtilheiros, safra 2013/2014, na Lapa, Estado do Paraná⁽¹⁾ 72

Tabela 8. Coordenadas de cor (L*, a*, b*), tonalidade (hue) e saturação (chroma) de frutos de mirtilheiros, safra 2014/2015, na Lapa, Estado do Paraná⁽¹⁾ 72

FENOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MIRTILO PRODUZIDO EM CLIMA SUBTROPICAL ÚMIDO.

Tabela 1. Características fenológicas de dez cultivares de mirtilo, em três ciclos produtivos (2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015), cultivados em Cerro Azul, região do Vale do Ribeira, Estado do Paraná..... 84

Tabela 2. Características climáticas nos anos de 2012, 2013 e 2014 em Cerro Azul, região do Vale do Ribeira, Estado do Paraná. 85

Tabela 3. Frutificação efetiva (FE) no ciclo produtivo de 2014 e produção, massa fresca (MF) e tamanho de frutos de dez cultivares de mirtilheiros, nos ciclos produtivo 2012, 2013 e 2014 cultivados em Cerro Azul, região do Vale do Ribeira, Estado do Paraná. 85

Tabela 4. Potencial hidrogeniônico (pH), teor de sólidos solúveis totais (SS), acidez titulável (AT) e *ratio* (SS/AT) de frutos de dez cultivares de mirtilheiros, nos ciclos produtivo 2012, 2013 e 2014 cultivados em Cerro Azul, região do Vale do Ribeira, Estado do Paraná. 86

Tabela 5. Coordenadas de cor de frutos de mirtilheiros nos ciclos produtivos 2012, 2013 e 2014, cultivados na região de Cerro Azul, Vale do Ribeira, Estado do Paraná. 86

Tabela 6. Tonalidade e Saturação de cor de frutos de mirtilheiros nos ciclos produtivos 2012, 2013 e 2014, cultivados na região de Cerro Azul, Vale do Ribeira, Estado do Paraná..... 86

BIOCOMPOUNDS OF BLUEBERRY CULTIVARS GROWN UNDER DIFFERENT CLIMATES

Table 1. Vitamin C (Ascorbic Acid), Total Polyphenols, Flavonoids and Anthocyanin in blueberries grown in Pinhais, Parana, Brazil. 91

Table 2. Vitamin C (Ascorbic Acid), Total Polyphenols, Flavonoids and Anthocyanin in blueberries grown in Lapa, Parana, Brazil. 92

Table 3. Vitamin C (Ascorbic Acid), Total Polyphenols, Flavonoids and Anthocyanin in blueberries grown in Cerro Azul, Parana, Brazil..... 92

Table 4. Weather conditions in 2013 in Pinhais, Lapa and Cerro Azul, Parana - Brazil..... 94

LISTA DE ABREVIATURAS

AOAC: Association of Official Analytical Chemists

APA: Área de Proteção Ambiental

a*: Coordenada de cor (contribuição do vermelho ou intensidade do vermelho)

b*: Coordenada de cor (contribuição do amarelo ou intensidade do amarelo)

AT: Acidez Titulável

C*: Saturação de cor (Chroma)

CAPES: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CEASA: Centrais de Abastecimento S/A

CEEx: Centro de Estações Experimentais do Canguiri

CNPq: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

CV: Coeficiente de Variação

DPPH: 2,2 difenil-1-picril-hidrazil

EAA: Equivalente de ácido ascórbico

EAG: Equivalente de ácido gálico

EC50: concentração do extrato necessário para reduzir 50 % do radical DPPH

FE: Frutificação Efetiva

h*: Ângulo de tonalidade cromática (°hue) ou Ângulo de matiz

IAPAR: Instituto Agrônômico do Paraná

IFPA: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará

L*: Coordenada de cor (Luminosidade da amostra)

MAPA: Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento

MF: Massa Fresca

pH: Potencial hidrogeniônico

PR: Paraná

RS: Rio Grande do Sul

SIMEPAR: Sistema Meteorológico do Paraná

SS: Sólidos Solúveis

UFPR: Universidade Federal do Paraná

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	18
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	22
2.1. CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DO MIRTILLO.....	22
2.1.1. Grupos	22
2.1.2. Cultivares.....	24
2.2. ANÁLISES FÍSICAS	28
2.2.1. Tamanho	28
2.2.2. Massa.....	28
2.2.3. Cor.....	28
2.3. ANÁLISES QUÍMICAS	31
2.3.1. Potencial hidrogeniônico (pH).....	31
2.3.2. Acidez.....	31
2.3.3. Sólidos solúveis (SS).....	32
2.3.3. <i>Ratio</i>	32
2.4. COMPOSTOS BIOATIVOS	32
2.4.1. Vitamina C (ácido ascórbico)	33
2.4.2. Polifenóis	33
2.4.3. Flavonóides.....	34
2.4.4. Antocianinas	35
2.4.5. Atividade antioxidante	36
2.5. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS.....	37
3. FENOLOGIA E DESEMPENHO PRODUTIVO DE CULTIVARES DE MIRTILEIRO SOB INVERNO AMENO	39

4. DESEMPENHO DE CULTIVARES DE MIRTILEIRO EM CLIMA SUBTROPICAL DE ALTITUDE	57
5. FENOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MIRTILO PRODUZIDO EM CLIMA SUBTROPICAL ÚMIDO.....	73
6. BIOCOMPOUNDS OF BLUEBERRY CULTIVARS GROWN UNDER DIFFERENT CLIMATES.....	88
7. CONCLUSÕES GERAIS	102
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	103
9. REFERÊNCIAS.....	110

1. INTRODUÇÃO GERAL

A fruticultura é uma atividade que exerce importante papel econômico, social e cultural e tem se apresentado como uma das atividades mais importantes da cadeia de alimentos, tanto na oferta de fruta *in natura* como processados, quer de forma individual como geleias, sucos, frutas congeladas, polpas, sorvetes e licores ou na composição de mix.

A maior divulgação das propriedades dos alimentos e a potencial ação benéfica na saúde humana atendem os anseios dos consumidores que estão cada vez mais conscientes da necessidade de um estilo de vida saudável e de uma dieta equilibrada e buscam informações sobre os nutrientes e metabólitos especiais.

A busca por uma alimentação saudável encontrou nas frutas, além das fontes nutricionais, o prazer pela ingestão de um alimento com sabor diferenciado. Antes restrita às populações locais nos centros de origem, as frutas exóticas se tornaram alimentos comuns no Brasil em função do seu valor nutricional.

A fruticultura brasileira vive um de seus momentos mais dinâmicos. Aspectos como variedades de espécies, maior produtividade e novas formas de apresentação e industrialização, colocam as frutas em destaque no agronegócio nacional. São mais de 40 milhões de toneladas produzidas, o suficiente para colocar o Brasil em terceiro lugar no ranking mundial (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2015).

A eficiência nas práticas de cultivo com responsabilidade social e ambiental, impulsionaram as cadeias produtivas com ampliação da oferta de frutas, criando oportunidades de emprego e de renda e estimulando a industrialização. Além das frutas *in natura* oferecidas nos mercados regionais, a sua transformação em alimentos e bebidas com larga aceitação movimentou a economia nas cidades. É o caso, por exemplo, das “pequenas frutas” ou *small fruit*, coloridas e nutritivas, são assim designadas frutas como o morango, amora preta, framboesa e mirtilo dentre outras.

As pequenas frutas constituem uma fonte natural de substâncias que exercem ação bioativa. Em função de suas propriedades bioativas, com elevados teores de substâncias antioxidantes e anticancerígenas, tem aumentado seu consumo pela população em busca da suplementação alimentar a partir da diversificação da dieta com base em frutas.

Em ritmo crescente de produção, as pequenas frutas têm aumentado em importância nos últimos anos no Brasil. O cultivo dessas espécies chama a atenção de produtores, pela rentabilidade proporcionada e dos consumidores, pelas propriedades nutraceuticas benéficas à

saúde. Este fato é resultante da difusão da informação sobre as características e propriedades dessas frutas e é consequência direta da globalização dos hábitos de consumo de alimentos, dentre os quais se incluem as frutas.

Diversas espécies, hoje denominadas de “pequenas frutas”, assim como o mirtilo, são originárias do hemisfério norte e, desde muitos anos, suas frutas passaram a ser incorporadas à dieta das populações. Além do abastecimento dos centros de origem e de regiões tradicionais de consumo, seu cultivo passou a ser difundido para outras regiões, predominantemente aquelas de clima temperado com grande semelhança às suas regiões de origem, proporcionando aumento da oferta no mercado e incremento no consumo destas frutas em regiões não tradicionais. Em destaque, o mirtilo atende a essa demanda por ser uma fruta exótica de sabor agradável e ótimo aspecto visual que pode ser consumida *in natura* ou processada com a real possibilidade da obtenção de alto retorno econômico em pequenas áreas de cultivo.

O crescimento das áreas cultivadas de mirtilos deve-se às atuais oportunidades de mercado pelo aumento do consumo de produtos saudáveis. Esta ascensão do interesse por essa cultura está relacionada principalmente às suas propriedades nutracêuticas.

O mirtilo é um fruto que tem sido alvo de muita atenção devido ao papel positivo na saúde humana e na prevenção de certas patologias. Esses efeitos protetores têm sido genericamente atribuídos à ampla gama de polifenóis presentes no fruto, que são responsáveis pela elevada capacidade de eliminação de radicais livres. Ao mirtilo são atribuídas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias (KARLSEN et al., 2007; BROWNMILLER et al., 2008).

A produção de mirtilos tem aumentado consideravelmente nos últimos anos. entre 1998 e 2011, a produção mundial de mirtilos aumentou significativamente, de 143.704 para 467.048 toneladas (BRAZELTON, 2013). No duas últimas décadas, tem havido um aumento acentuado na área plantada com mirtilo, isto se deve principalmente a uma maior procura de frutas devido aos benefícios para a saúde humana provocada pelo consumo regular deste fruto (especialmente como produto fresco), bem como uma maior disponibilidade de material genético, o que ampliou as zonas geográficas em que esta cultura é cultivada comercialmente (RETAMALES et al., 2015).

Atualmente, a produção comercial de mirtilos ocorre principalmente na América do Norte (EUA e Canadá), na Europa (Polônia, Alemanha) e também em países do Hemisfério

Sul (Chile, Argentina, Uruguai, Austrália) além de Portugal, na Europa e do Brasil na América do Sul (CANTUARIAS-AVILÉS, 2014).

Na América do Sul houve um incremento de 478% na área plantada com mirtilo no período de 2003-2008 (RETAMALES; HANCOCK, 2012). No hemisfério Sul, o Chile é o país que tem a maior proporção da área plantada e o maior volume exportado (RETAMALES et al., 2015).

No Brasil o mirtilo foi introduzido em 1983 e apresenta elevado potencial de crescimento. A maioria das cultivares plantadas pertence ao grupo rabbiteye, que exigem menos frio do que os mirtilos do grupo highbush, mas não produzem adequadamente em regiões com menos de 200 horas de frio (CANTUARIAS-AVILÉS, 2014).

Atualmente, novas cultivares vêm sendo introduzidas no país, o que representa uma alternativa para a diversificação das espécies frutíferas cultivadas, em particular nas pequenas propriedades, com a possibilidade do cultivo em sistema orgânico. Para Antunes e Raseira (2006) são necessários estudos de adaptação em regiões com potencial para produção de mirtilo, pois as épocas de floração e maturação podem variar, conforme o ano e o local (NESMITH, 2006).

O cultivo do mirtilo constitui-se em alternativa para pequenos produtores rurais, uma vez que pode aumentar a renda das propriedades devido ao seu alto valor de venda no mercado (PASA et al., 2014).

O interesse do produtor pelo cultivo de mirtilo se deve pela elevada rentabilidade que a fruta pode proporcionar, uma vez que o mirtilo atinge altos valores no mercado por possuir naturalmente compostos funcionais e envolver consumidores de diversos segmentos econômicos, representando uma boa alternativa para a cadeia produtiva de regiões ainda com pouca tradição na sua comercialização (MADAIL; SANTOS, 2006).

Estudos para verificar o potencial produtivo de cultivares são importantes na caracterização dos materiais existentes, pois proporcionam conhecimentos sobre o comportamento fenológico e produtivo em diferentes locais de cultivo. Antes de escolher a cultivar, é importante a realização de estudos fenológicos para determinar quais cultivares são mais adaptadas às condições edafoclimáticas locais (SILVA et al., 2006a).

A ampliação de zonas de adaptação de diferentes cultivares possibilita a disponibilidade de frutos frescos nessas regiões produtoras, pois para a comercialização de frutos *in natura* em mercados mais distantes do centro de produção, a cadeia de frio é necessária para a logística de distribuição.

A recomendação de cultivares de mirtilo adaptadas as regiões em estudo, representa uma alternativa para a diversificação de espécies frutíferas e uma nova fonte de renda para os pequenos produtores, em particular para a agricultura familiar, que possibilitará maiores ganhos pela ampliação da produção de frutas durante o ano.

O conhecimento da fenologia e das variáveis de produção e de qualidade de frutos permitem a elaboração do zoneamento agroclimático e indica cultivares mais adaptadas às condições locais, o que reduz possibilidades de erros de implantação. A utilização de cultivares adequadas proporcionará a expansão da cultura do mirtilo no Paraná, pois é possível cultivar o mirtilo em regiões de clima mais ameno, como as da região sul do Brasil, com a utilização de genótipos adaptados (FISCHER et al., 2014).

Dentro deste contexto, esta pesquisa teve o objetivo de apoiar o desenvolvimento agropecuário sustentável pela introdução, seleção e indicação de cultivares de mirtilo com melhores características de adaptação e produtividade para o Estado do Paraná, visando à diversificação de culturas e geração de renda.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. CLASSIFICAÇÃO BOTÂNICA DO MIRTILEIRO

O mirtilheiro é uma espécie frutífera originária dos bosques da América do Norte e algumas regiões da Europa, onde é muito apreciada por seu sabor exótico, pelo valor econômico e por seus poderes medicinais como "fonte de longevidade" (MADAIL; SANTOS, 2006; CANTURIAS-AVILÉS et al., 2014). É denominado de “*arándano*”, em espanhol, e “*blueberry*”, em inglês (SANTOS; RASEIRA, 2002; FACHINELLO, 2008). Disponível num grande número de variedades, descendente da família *Ericaceae*, subfamília *Vaccinoideae* e do gênero *Vaccinium* (FERNALD, 1950).

Possui porte arbustivo, com hábito ereto ou rasteiro, e produz frutos tipo baga, de coloração azul-escura, de formato achatado, coroada pelos lóbulos persistentes do cálice, com muitas sementes envolvidas em uma polpa. Vem sendo consumido pelo homem desde a pré-história. De sabor ligeiramente agridoce, os mirtilos apresentam coloração avermelhada a azulada quando maduros e são cobertos por uma cera denominada pruína (CANTURIAS-AVILÉS et al., 2014).

Apesar da espécie (do tipo highbush) ser autofértil, a polinização cruzada favorece a obtenção de frutas de melhor tamanho. No caso do mirtilo do tipo "rabbiteye" há, em geral, algum grau de incompatibilidade. Assim, é aconselhável o plantio de, pelo menos, duas cultivares para a polinização cruzada. O mirtilo necessita que, pelo menos, 80% das flores frutifiquem, para que se tenha uma produção comercial satisfatória. São necessários insetos polinizadores, uma vez que, pelo formato da flor (pequeno tubo), o pólen cai fora da mesma e não no estigma (Figura 1). É aconselhável colocar cinco colméias, por hectare, quando 25% das flores estiverem abertas (ECK et al., 1990).

2.1.1. Grupos

Há muitas espécies de mirtilheiro, e as principais com expressão comercial podem ser divididas em grupos, de acordo com o genótipo, hábito de crescimento, tipo de fruto produzido e outras características como necessidade de frio. Galletta e Ballington (1996)

classificam os tipos de mirtilheiro, comercialmente plantados, em cinco grupos importantes, descritos a seguir:

a) Highbush (arbusto alto): São plantas de dois ou mais metros de altura. A necessidade em frio hibernal das plantas deste grupo está geralmente entre 650 e 850 horas.

b) Half high (arbusto de médio porte): Este grupo tem plantas de 0,5 a 1,0 m de altura, este grupo envolve híbridos de *Vaccinium angustifolium* e *Vaccinium corymbosum*. Tem menor exigência em frio do que o grupo anterior.

c) Southern highbush (arbusto de porte alto): Originário do sul dos Estados Unidos. Neste grupo também predomina a espécie *V. corymbosum*. Este grupo também é conhecido como "highbush" de baixa necessidade em frio.

d) Rabbiteye ("olho de coelho"): Espécie hexaplóide. As plantas deste grupo podem alcançar de dois a quatro metros de altura. Algumas das características da espécie *Vaccinium virgatum* são: vigor, longevidade, produtividade, tolerância ao calor e à seca, baixa necessidade em frio, produzindo frutos ácidos, firmes e de longa conservação. Todavia, apresenta problemas com fungos e variações de solo. Entre outras limitações, está o fato de desenvolver a cor completa das frutas antes do ponto ideal de colheita, tendência a rachar a película em períodos úmidos, longo período até alcançar o máximo de produtividade. A cor escura da película está correlacionada com frutas mais doces e auto-esterilidade.

e) Lowbush (arbusto de pequeno porte): As plantas têm menos de meio metro de altura. A maioria delas pertence à espécie *V. angustifolium*, embora esteja neste grupo, o mirtilo do Canadá (*Vaccinium myrtilloides* e *Vaccinium boreale*).

As principais espécies com expressão comercial podem ser simplificadas em três grupos, de acordo com o genótipo, hábito de crescimento, tipo de fruto produzido e outras características (GALLETTA; BALLINGTON, 1996). As práticas de manejo são diferenciadas para cada um dos grupos, desde a produção de mudas até a colheita e utilização dos frutos. Estes grupos são:

a) "Highbush" (mirtilo gigante), tetraplóide, originário da costa oeste da América do Norte. Sua produção, dentre os demais grupos, é a de melhor qualidade, tanto em tamanho quanto em sabor dos frutos. A principal espécie deste grupo é *V. corymbosum*;

b) "Rabbiteye", hexaplóide, originário do sul da América do Norte. Compreende a espécie *V. virgatum*. Em relação ao grupo anterior, produz frutos de menor tamanho e de menor qualidade. Apresenta maior produção por planta, e seus frutos têm maior conservação em pós-colheita. Apresenta maior importância comercial em regiões com menor

disponibilidade de frio, por causa da sua tolerância a temperaturas mais elevadas e à deficiência hídrica, suas plantas que podem atingir até 10 metros de altura;

c) “**Lowbush**”, diplóide, tem hábito de crescimento rasteiro e produz frutos de pequeno tamanho, cujo destino é a indústria processadora. Para a maior parte das regiões de clima frio do Sul do Brasil, onde o mirtilo tem maior possibilidade de adaptação, a espécie *V. virgatum* é a mais promissora.

2.1.2. Cultivares

As cultivares avaliadas pertencem a dois grupos: Rabbiteye (Aliceblue, Bluebelle, Bluegem, Briteblue, Climax, Delite, Powderblue e Woodard) e Southern Highbush (Georgiagem e O’Neal) (RASEIRA, 2004).

As cultivares do grupo Rabbiteye apresentam elevado vigor, plantas longevas, alta produtividade, tolerância ao calor e à seca, baixa exigência na estação fria, floração precoce, longo período entre floração e maturação (EHLENFELDT et al., 2007) e frutos firmes, com longa vida pós-colheita se conservados adequadamente (ANTUNES et al., 2008).

As cultivares do grupo Southern Highbush são originárias do sul dos Estados Unidos. Neste grupo também predomina a espécie *V. corymbosum*. Este grupo também é conhecido como "highbush" de baixa necessidade em frio (GALLETTA; BALLINGTON, 1996). Tem melhor desempenho nos planaltos, solos pobres em matéria orgânica, melhor resistência a doenças. Mas são mais exigentes em água, qualidade de solo, drenagem e quantidade de matéria orgânica que as cultivares do tipo "rabbiteye" (VILELLA, 2003).

a) Aliceblue

Cultivar originária da Universidade da Flórida, Gainesville, lançada em 1978 por polinização aberta de ‘Beckyblue’. Necessita de polinização cruzada e tem alguma resistência ao oídio. Descrita na literatura como arbusto vigoroso e ereto. Frutos de bom tamanho, coloração e firmeza. A película é azulada e a cicatriz (local donde se desprende o cálice) é média a pequena e seca.

b) Bluebelle

Originária da Universidade da Geórgia, Tifton, de cruzamento realizado em 1946, entre ‘Callaway’ e ‘Ethel’. É autofértil, com frutos firmes, de tamanho pequeno a médio,

sabor doce e ácido, predominando a acidez e presença moderada de pruína na superfície. A película é bem escura.

c) Bluegem

Cultivar originária da Universidade de Gainesville, Flórida, de polinização livre de uma seleção chamada Tifton 31. Necessita polinização cruzada e a 'Woodard', é uma das polinizadoras recomendadas. Os frutos têm muito bom sabor e a película apresenta bastante pruína. Planta de excelente vigor vegetativo (Figura 2).

d) Briteblue

Esta cultivar tem origem em Tifton, Geórgia, desenvolvida pela Coastal Plain Experimental Station and Crops Research. Divisão de Agricultura dos Estados Unidos. De acordo com descrição no registro de cultivares, produz frutas grandes, com película azul-clara, sabor regular e boa firmeza, podendo ser transportadas para mercados distantes.

e) Climax

Esta cultivar é também originária de Tifton, Geórgia, lançada em 1974, desenvolvida pela Coastal Plain Experimental Station e o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos. Vem de um cruzamento entre 'Callaway' e 'Ethel'. Arbusto de vigor moderado, entre ereto e aberto (Figura 3). Os frutos podem ser considerados de tamanho médio e com película coberta por bastante pruína, dando o aspecto bem azulado à mesma. O sabor é doce ácido.

f) Delite

Tem origem na mesma Estação Experimental da cv. Climax, mas é oriunda do cruzamento de duas seleções: T14 e T15. Na descrição de registro da cultivar consta que os frutos são de tamanho grande. O sabor é doce-ácido. A película apresenta menos pruína do que as frutas da cv. Climax, sendo bem escura. Segundo o registro desta cultivar, o sabor é excelente e a maturação inicia poucos dias após 'Briteblue'.

g) Georgiagem

Foi lançada na Geórgia, em 1986, e é do tipo "highbush" do sul (Southern highbush), sendo basicamente *V. corymbosum*, vem de cruzamento entre as seleções G132 x US 76; aproximadamente 25% *Vaccinium darrowi*. Inclui na sua genealogia as cultivares Ashworth,

Earliblue e Bluecrop. É descrita como produtora de frutas de excelente coloração e qualidade, pequena cicatriz, firmes, de sabor agradável e maturação precoce. As plantas são medianamente vigorosas e produtividade média, com hábito de crescimento semi-vertical.

h) O'Neal

Originária da Carolina do Norte, lançada em 1987, de cruzamento entre 'Wolcott' e 'Fla 4-15'. É considerada pertencente ao grupo highbush do sul (Southern highbush), predominando *V. corymbosum*, contém alguns gens de *V. angustifolium*, *Vaccinium virgatum* e *V. darrowi*. É de maturação precoce, produzindo frutos grandes com boa firmeza e sabor. A planta é vigorosa, produtiva, semi ereta e de baixa necessidade em frio, cerca de 400 horas. É resistente à raça 1 do patógeno causador do cancro dos caules.

i) Powderblue

Esta cultivar originou-se em Beltsville, Maryland de um cruzamento entre 'Tifblue' e 'Menditoo', realizado por G.M. Darrow, Agricultural Research Service. Lançada em 1978 na Carolina do Norte. Arbusto ereto, vigoroso e produtivo. Produz frutos de tamanho médio a grande, com boa firmeza, cicatriz na região do pedúnculo, bom sabor e frutos de coloração azul claro. Não é autofértil, necessitando de polinizadoras. As plantas são produtivas e vigorosas. Os frutos desta cultivar apresentam tamanho médio a bom, com muito bom sabor, doce-ácido equilibrado, com grande quantidade de pruína na película.

j) Woodard

Cultivar também originária de Tifton, Geórgia, sendo oriunda de cruzamento entre 'Ethel' e 'Callaway'. Os frutos têm boa aparência sendo a película azul-clara. São considerados macios e, portanto, inadequados para transporte em longas distâncias. A maturação é pouco mais tardia que 'Climax'.



Figura 1. Flores de mirtilheiro.



Figura 2. Plantas da cultivar Bluegem.



Figura 3. Planta da cultivar Climax.

2.2. ANÁLISES FÍSICAS

A qualidade dos frutos pode ser atribuída as características físicas que respondem pela aparência externa. Para Chitarra; Chitarra (2005) as determinações dos caracteres físicos são importantes porque auxiliam no estabelecimento do grau de maturação e do ponto ideal de colheita, com também são utilizadas na padronização e na classificação.

2.2.1. Tamanho

O mirtilo faz parte do grupo das “pequenas frutas” ou *small fruits*, e seu tamanho é um dos atributos relevantes do ponto de vista da comercialização. As frutas, em geral, são avaliadas pelo diâmetro. O diâmetro longitudinal ou comprimento e o transversal representam, em conjunto, o tamanho, e a sua relação dá idéia da forma do fruto (Figura 4). Avaliando a qualidade de frutos de mirtilo do grupo Rabbiteye, em Pelotas/RS, Antunes et al. (2008) encontraram média de 14 mm no diâmetro longitudinal. A variação de tamanho pode ser uma características intrínseca da cultivar ou consequência da maior disponibilidade de fotoassimilados aos frutos (DORAIS et al., 2001; CALIMAN, 2003). Na prática se comercializam frutos *in natura* com diâmetro superior a 9 mm.

2.2.2. Massa

A massa correlaciona-se com o tamanho e constitui uma característica varietal. Para Gough (1991) plantas mais vigorosas apresentam ramos mais grossos, possuem mais folhas, mais espessas, com maior capacidade fotossintética e portanto produzindo um maior volume de fotoassimilados e, conseqüentemente, frutos de maior tamanho e massa. Pasa et al. (2014) encontraram médias de 0,81 a 1,65 g e Antunes et al. (2008) médias de 1,23 g, ambos na avaliação de cultivares de mirtilo na região de Pelotas/RS.

2.2.3. Cor

Fisicamente, a cor é uma característica da luz, mensurável em termos de intensidade (energia radiante) e comprimento de onda. Se a energia radiante é absorvida em certo

comprimento de onda de forma mais pronunciada que em outros, o observador humano vê o que popularmente é conhecido como cor, fisicamente como o comprimento de onda dominante ou fisiologicamente como tonalidade (KRAMER; TWIGG, 1962).

Cada objeto absorve e reflete luz em diferentes porções do espectro e em quantidades diferentes. Essa diferença na absorbância e na refletância é que torna diferente as cores de alimentos distintos.

A cor pode ser mensurada pelo sistema registrado pela Commission Internationale de l'Éclairage L^* , a^* e b^* (*CIE-Lab*) através de colorímetros que avaliam a cor de um objeto exatamente da forma como um ser humano percebe. Numericamente descreve a cor tridimensionalmente em Luminosidade (L^*), coordenada que traduz o brilho ou a intensidade luminosa, representa quanto mais clara ou mais escura é a amostra, com valores variando de 0 (totalmente escura) a 100 (totalmente clara) (SOUSA et al., 2007).

O parâmetro a^* indica cores entre o vermelho ($a^* > 0$) e o verde ($a^* < 0$), e o b^* indica cores entre o amarelo ($b^* > 0$) e o azul ($b^* < 0$). As variáveis dessas coordenadas são utilizadas para cálculos que permitem a obtenção das coordenadas cilíndricas que são ângulo de cor ou tonalidade (h° ou $^\circ Hue$) que identifica a cor num ângulo de 360° e croma (C^*) que representa a pureza da cor ou a saturação da cor, que podem ser obtidos a partir dos valores de a^* e b^* , através das equações: $h^* = \arctang(b^*/a^*)$ e $C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$ (Figura 5).

A cor é o fator inicial levado em consideração pelo consumidor e pré-determina expectativas de sabor e qualidade ao escolher um alimento. A cor da epiderme e da polpa é conferida pela presença de pigmentos de antocianinas. As antocianinas encontram-se normalmente no interior dos vacúolos das células da epiderme do fruto, dissolvidas em meio aquoso ligeiramente ácido, sendo o maior grupo de pigmentos solúveis em água. No mirtilo, a cor está estreitamente correlacionada com o teor de antocianinas do fruto e este, por sua vez, está relacionado com o pH e a relação açúcar/ácido (SOUSA et al., 2007).

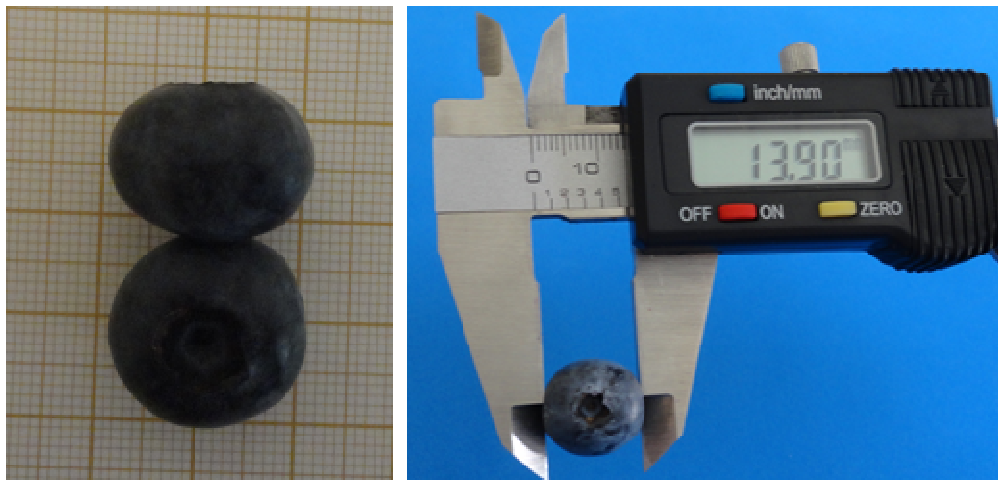


Figura 4. Tamanho de frutos de mirtilheiro.

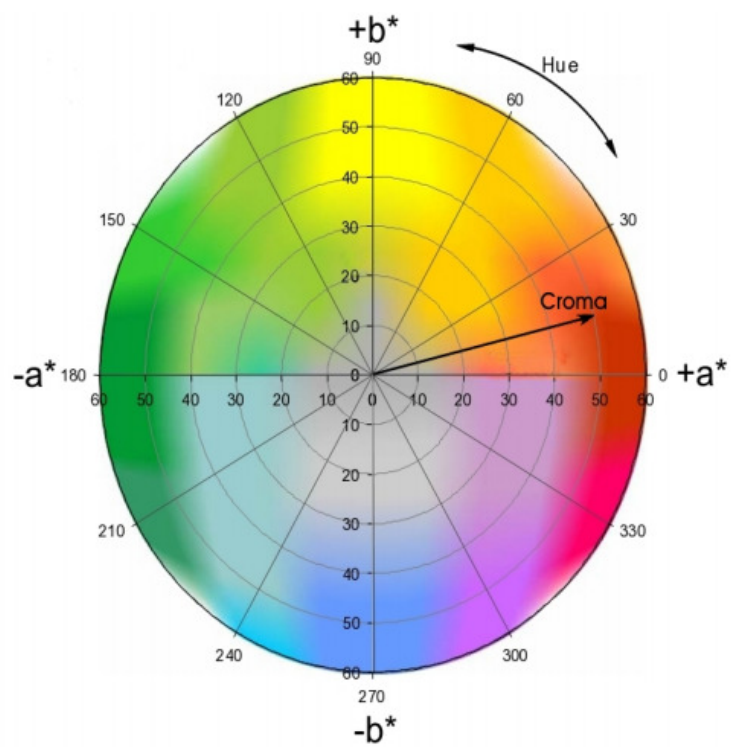


Figura 5. Sistema de coordenadas de cores CIELAB.
Fonte: Minolta (1998)

2.3. ANÁLISES QUÍMICAS

A caracterização da qualidade de frutos é importante na recomendação de novos cultivares. As determinações do pH, acidez e do teor de sólidos solúveis contribuem para a apreciação objetiva do sabor dos frutos.

2.3.1. Potencial hidrogeniônico (pH)

O potencial hidrogeniônico representa o inverso da concentração de íons hidrogênio em um dado material. Quanto menor o pH de uma substância, maior a concentração de íons H^+ e menor a concentração de íons OH^- . Consiste num índice que indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de um meio qualquer. As substâncias em geral, podem ser caracterizadas pelo seu valor de pH. O pH e acidez titulável da polpa da fruta são parâmetros utilizados para indicar a qualidade dos frutos e refletem o estágio de maturação dos mesmos (SANTANA et al., 2004). Moraes et al. (2007) encontraram valores de pH entre 2,56 a 2,67 e constataram que o pH não sofre interferência durante o armazenamento do fruto.

2.3.2. Acidez

A acidez em produtos hortícolas é atribuída, principalmente, aos ácidos orgânicos que se encontram dissolvidos nos vacúolos das células (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em alguns produtos, os ácidos orgânicos não só contribuem para a acidez, como também, para o aroma característico, porque alguns componentes são voláteis. Influenciam o sabor, odor, cor, estabilidade e a manutenção de qualidade. A acidez total em relação ao conteúdo de açúcar é útil na determinação da maturação da fruta. Os principais ácidos orgânicos que são encontrados em alimentos são: cítrico, málico, oxálico, succínico e tartárico. O ácido cítrico é o principal constituinte de várias frutas como: limão, laranja, figo, pêsego, pêra, abacaxi, morango e mirtilo. O ácido málico é predominante em maçã, alface, brócolis e espinafre. O ácido tartárico foi encontrado somente em uvas e tamarindo. A proporção relativa de ácidos orgânicos presentes em frutas e vegetais varia com o grau de maturação e condições de crescimento.

A análise mais comum é a quantitativa, que determina a acidez total por titulação. A acidez total titulável é a quantidade de ácido de uma amostra que reage com uma base de concentração conhecida. O procedimento é feito com a titulação de uma alíquota de amostra com uma base de normalidade conhecida utilizando fenolftaleína como indicador do ponto de

viragem. Quando a amostra é colorida, a viragem pode ser verificada através de um potenciômetro pela medida do pH ou por diluição da amostra em água para torná-la de uma cor bastante clara.

2.3.3. Sólidos solúveis (SS)

O teor de sólidos solúveis (SS) é um índice de qualidade, sendo sua concentração e composição componente indispensável ao sabor do fruto. Indicam a quantidade, em gramas, dos sólidos que se encontram dissolvidos no suco ou polpa das frutas. São designados como °Brix e têm tendência de aumento com o avanço da maturação. Podem ser medidos no campo ou na indústria, por meio de refratômetro, com leitura direta após a adição de uma gota de suco do fruto sobre o prisma do aparelho.

Fischer et al. (2014) verificaram pouca variação, com médias de 12,4 a 13,9 °Brix, em cultivares-mãe na seleção de genótipos de mirtilheiro obtidos a partir de polinização aberta na região de Pelotas-RS.

2.3.3. *Ratio*

A relação SS/AT (*ratio*) é o indicador utilizado para determinar o estágio de maturação, determinando o balanço do sabor doce:ácido, é útil na determinação da maturação da fruta. O *ratio* é uma das melhores formas de avaliação do sabor de uma fruta por indicar o sabor dos frutos, mostrando a melhor palatabilidade para o consumo *in natura* (MAYER et al., 2008). Esse sabor pode ser mais ou menos ácido em função da região produtora ou das características da cultivar (TAVARES, 2003). Antunes et al. (2008) encontraram em média 13,2 na avaliação da qualidade de frutos de oito cultivares de mirtilheiros na região de Pelotas-RS.

2.4. COMPOSTOS BIOATIVOS

O mirtilo é um fruto que tem sido alvo de muita atenção devido ao papel positivo na saúde humana e na prevenção de certas patologias. Esses efeitos protetores têm sido genericamente atribuídos às suas propriedades nutracêuticas e alto potencial antioxidante, em razão da presença de compostos fenólicos (KALT et al., 2007).

2.4.1. Vitamina C (ácido ascórbico)

A vitamina C, também chamada de ácido ascórbico, está presente em quase todos os alimentos de origem vegetal. É um micronutriente essencial para o homem, é a primeira linha de defesa contra radicais derivados do oxigênio em meio aquoso. É uma vitamina hidrossolúvel e antioxidante que reage diretamente com o oxigênio simples, radical hidroxila e radical superóxido, além de regenerar a vitamina E (SILVA et al., 2006b) (Figura 6).

O ácido pode ser sintetizado a partir da D-glicose ou D-galactose por plantas e muitas espécies de animais. Esta molécula pode ser oxidada reversivelmente ao ácido desidroascórbico pela retirada de dois átomos de hidrogênio, na presença de íons metálicos, calor, luz, ou em condições levemente alcalinas (pH acima de 6,0) com perda parcial da atividade vitamínica (RIBEIRO; SERAVALLI, 2004).

O ácido ascórbico desempenha várias funções no metabolismo, dentre eles, destacam-se o aumento da resistência orgânica, formação do tecido conjuntivo, produção de hormônios e anticorpos, biossíntese de aminoácidos e a formação do colágeno, é ativador de crescimento, interfere no metabolismo do ferro, da glicose e na saúde dos dentes e gengivas, além de possuir potente atividade antioxidante (WINTON; WINTON, 1958; FRANCO, 1992). Os indivíduos que não ingerem vitamina C suficiente desenvolvem o escorbuto que causa fadiga, sangramento e má cicatrização.

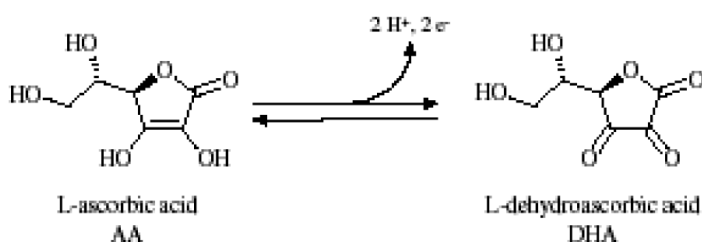


Figura 6. Oxi-redução do ácido L-ascórbico.
Fonte: Silva et al. (2006b).

2.4.2. Polifenóis

Os polifenóis, produtos secundários do metabolismo vegetal, constituem um amplo e complexo grupo de fitoquímicos, com mais de 8000 estruturas conhecidas (BRAVO, 1998; MARTINEZ-VALVERDE et al., 2000). Este diversificado grupo de compostos encontra-se

dividido em várias classes, segundo o esqueleto carbônico dos fitoquímicos, dentre as quais se destacam a dos ácidos fenólicos e a dos flavonóides, entre outras. A capacidade antioxidante dos polifenóis é devida, principalmente, as suas propriedades redutoras, cuja intensidade da ação antioxidante exibida por estes fitoquímicos é diferenciada uma vez que depende, fundamentalmente, do número e posição de hidroxilas presentes na molécula (RICE-EVANS et al., 1997).

As frutas, principais fontes dietéticas de polifenóis, em função de fatores intrínsecos (cultivar, variedade, estágio de maturação) e extrínsecos (condições climáticas e edáficas) apresentam, em termos quantitativos e qualitativos, composição variada desses constituintes. Por sua vez, eficácia da ação antioxidante depende da estrutura química e da concentração destes fitoquímicos no alimento.

Os polifenóis constituem um grupo heterogêneo, composto de várias classes de substâncias com propriedade antioxidante. Essas substâncias estão presentes em vários alimentos e bebidas.

2.4.3. Flavonóides

Substância presente em frutos e vegetais, responsável pelas cores vermelhas, roxas e amarelas e, como os carotenóides, são também ativos, em graus variáveis, contra radicais livres, os quais, por sua vez, podem estar associados a doenças cardiovasculares, câncer, envelhecimento e outras.

Os flavonóides constituem um grupo enorme de fenólicos de plantas, representando mais da metade dos compostos fenólicos que ocorrem naturalmente (BALASUNDRAM, SUNDRAM; SAMMAN, 2006). Caracterizam-se estruturalmente por um esqueleto carbônico C6-C3-C6, no qual os três carbonos entre os grupos fenil são ciclizados com oxigênio (Figura 7). As várias classes de flavonóides diferem no nível de oxidação e no padrão de substituição no anel C, enquanto compostos individuais dentro de uma classe diferem no padrão de substituição nos anéis A e B (PIETTA, 2000). Assim, dividem-se em seis classes: flavanonas, flavonas, flavonóis, isoflavonas, flavanóis e antocianidinas (HOLLMAN; KATAN, 1999).

A presença e distribuição dos flavonóides nos vegetais dependem de diversos fatores, como ordem e família do vegetal, bem como da variação das espécies. Os padrões de distribuição dependem do grau de acesso a luminosidade, especialmente dos raios ultravioleta, pois a formação dos flavonóides é acelerada pela luz. Os flavonóides são formados a partir da

combinação de derivados sintetizados da fenilalanina (via metabólica do ácido chiquímico) e ácido acético (DEGASPARI; WASZCZYNSKY, 2004).

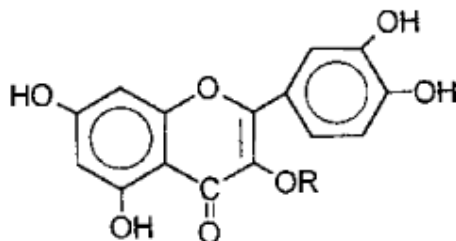


Figura 7. Estrutura básica dos flavonóides.
Fonte: Skerget et al. (2005)

2.4.4. Antocianinas

O termo antocianina é de origem grega (*anthos*, uma flor, e *kyanos*, azul escuro). Após a clorofila, as antocianinas são o mais importante grupo de pigmentos de origem vegetal (HARBORNE; GRAYER, 1988). Compõem o maior grupo de pigmentos solúveis em água do reino vegetal e são encontradas em maior quantidade nas angiospermas (BRIDLE; TIMBERLAKE, 1997).

As funções desempenhadas pelas antocianinas nas plantas são variadas: antioxidantes, proteção à ação da luz, mecanismo de defesa e função biológica. As cores vivas e intensas que elas produzem têm um papel importante em vários mecanismos reprodutores das plantas, tais como a polinização e a dispersão de sementes.

NARAYAN et al. (1999), descrevem que as antocianinas são um potente antioxidante comparado com antioxidantes clássicos como butilato hidroxil anisol, butilato hidroxil tolueno e alfa tocoferol (vitamina E). Este agente natural, quando adicionado a alimentos, além de conferir a coloração aos alimentos propicia a prevenção contra auto-oxidação e peroxidação de lipídeos em sistemas biológicos.

Um grande número de antocianinas é derivado das diferentes combinações possíveis entre antocianidinas, açúcares e ácidos orgânicos, sendo conhecidas mais de 600 antocianinas (KONCZAK; ZHANG, 2004).

A estrutura química básica das antocianinas é baseada em uma estrutura policíclica de quinze carbonos (Figura 8).

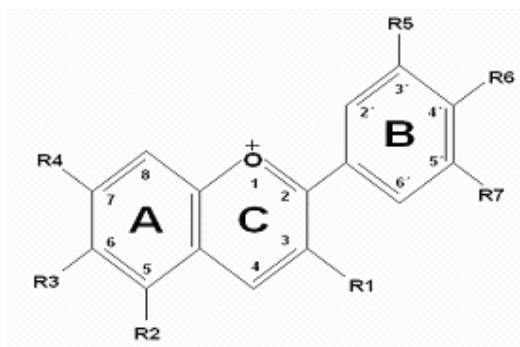


Figura 8. Estrutura química das antocianinas.
Fonte: Lopez et al. (2000)

2.4.5. Atividade antioxidante

Entre os antioxidantes presentes nas frutas e vegetais, os mais ativos e frequentemente encontrados são os compostos fenólicos, tais como os ácidos fenólicos e flavonóides (RICE-EVANS, 2001; SOARES, 2002). A capacidade antioxidante destes compostos é devido à sua habilidade de seqüestrar radicais livres, pela doação de hidrogênio ou elétrons, ou pela quelação de íons metálicos (AMAROWICZ et al., 2004). A estrutura destes compostos é determinante na sua atividade neutralizadora de radicais e de quelação de metais.

Dentre os compostos com propriedades antioxidantes destacam-se os compostos fenólicos, presentes nas formas livres ou complexadas. Entre as principais fontes destes compostos estão as pequenas frutas como amora, cereja, uva, ameixa, framboesa, morango e mirtilo (PRIOR et al., 1998; MOYER et al., 2002; WU et al., 2004). O mirtilo (*Vaccinium* sp.) destaca-se pela elevada concentração de compostos fenólicos, os quais compreendem ácidos fenólicos e flavonóides (KADER et al., 1996; KALT et al., 1999; SELLAPPAN, et al., 2002; ZHENG; WANG, 2003). Dentre os flavonóides, destaca-se a alta concentração de antocianinas presente, caracterizando esta fruta como uma matéria-prima para produção de corante natural (CAMIRE et al., 2002; LEE; WROLSTAD, 2004).

2.5. CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DAS ÁREAS EXPERIMENTAIS

2.5.1. Centro de Estações Experimentais (CEEX) da Universidade Federal do Paraná

O Centro de Estações Experimentais da Universidade Federal do Paraná localiza-se no município de Pinhais – PR, latitude 25°25'S, longitude 49°08' W e altitude de 930 metros. Sendo uma área de proteção ambiental. O clima, segundo classificação climática de Köppen, é temperado ou subtropical úmido mesotérmico (Cfb), sem estação seca, com verões frescos e invernos e temperatura média anual de 16,5 °C, de 12,7 °C em Junho a 20,3 °C em fevereiro, a precipitação média anual varia entre 1.400 e 1.800 mm (Figuras 9 e 10) (RIBEIRO et al., 2008; GUIA GEOGRÁFICO, 2016).

2.5.2. Estação Experimental do Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) na Lapa

A Estação Experimental do IAPAR localizada no município da Lapa-PR, distante 76 km ao Sul de Curitiba, nas Coordenadas 25°47'S 49°46'W e 910 m de altitude, apresenta o clima, segundo classificação climática de Köppen (Cfb) subtropical úmido mesotérmico (Cfb), sem estação seca, com verões frescos e invernos rigorosos, cujas temperaturas média máxima é de 27°C e média mínima anual é de 3°C e precipitação de 79 a 152 mm com ocorrência de geada e granizo (Figuras 9 e 10) (RIBEIRO et al., 2008; GUIA GEOGRÁFICO, 2016).

2.5.3. Estação Experimental do Instituto Agrônômico do Paraná (IAPAR) em Cerro Azul

A Estação Experimental do IAPAR localizada no município de Cerro Azul-PR, distante 83 km ao Norte de Curitiba, nas Coordenadas 24°29'S 49°15' W e 443 m de altitude apresenta o clima, segundo classificação climática de Köppen (Cfa), subtropical úmido, com verões quentes com tendência de concentração das chuvas (temperatura média superior a 22°C), e invernos com geadas pouco frequentes (temperatura média inferior a 18°C), sem estação seca definida (Figuras 9 e 10) (RIBEIRO et al., 2008; GUIA GEOGRÁFICO, 2016).



Figura 9. Classificação Climática do Paraná
Fonte: Ribeiro et al. (2008)

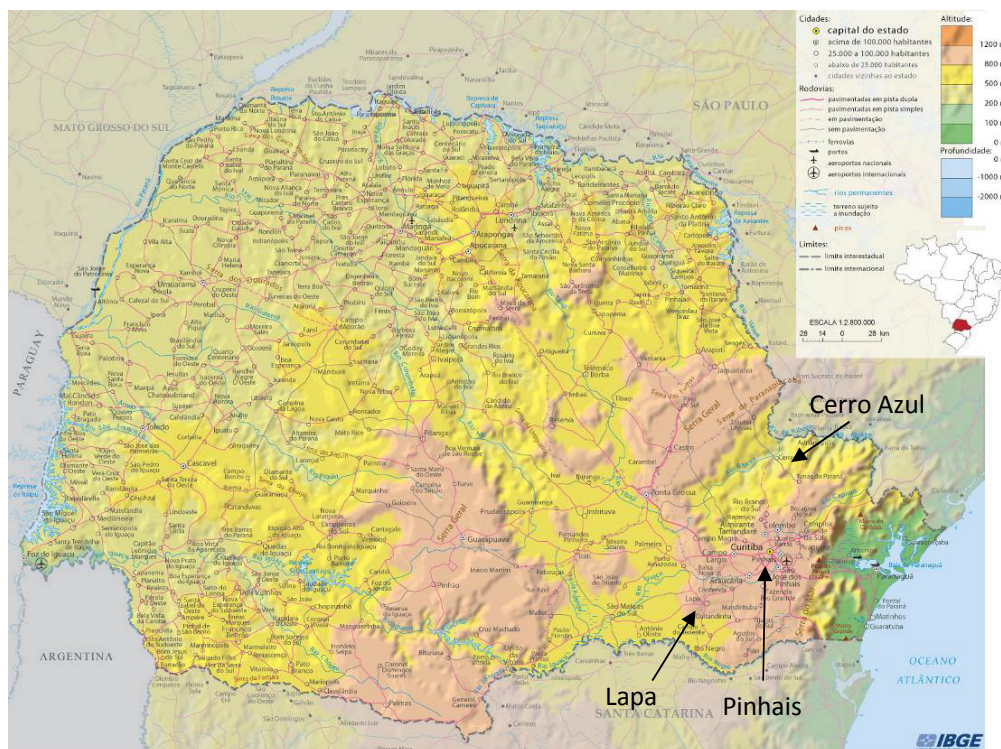


Figura 10. Relevo do Estado do Paraná.
Fonte: Guia Geográfico (2016)

3. FENOLOGIA E DESEMPENHO PRODUTIVO DE CULTIVARES DE MIRTILEIRO SOB INVERNO AMENO

Resumo

A avaliação do desempenho produtivo é importante para definir as cultivares de mirtilheiro com melhor adaptação para uma determinada região. Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento fenológico, a produtividade e a qualidade de frutos de oito cultivares de mirtilheiro do grupo rabbiteye (Aliceblue, Bluebelle, Bluegem, Briteblue, Climax, Delite, Powderblue e Woodard) e duas do grupo highbush (Georgiagem e O'Neal) em condição de inverno ameno nos ciclos produtivos de 2013/2014 e 2014/2015. As plantas foram dispostas em quatro blocos varietais aleatórios, com dez plantas por parcela. Foram avaliadas as datas de início e final de floração, início e final de colheita, produção, massa, tamanho, pH, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio* e coloração. As cultivares estudadas apresentaram períodos de floração nos meses de agosto e setembro, concentrando a colheita nos meses de novembro e dezembro. As cultivares que apresentaram melhor desempenho produtivo foram Climax, Delite, Bluegem e Powderblue. Há diferenças entre as cultivares quanto a massa do fruto, tamanho, pH, teor de sólidos solúveis e a acidez. O *ratio* médio observado, de 15,11 e 13,39 nos ciclos produtivos, comprova que as cultivares avaliadas apresentaram frutos de boa qualidade. A coloração dos frutos apresentou poucas variações ao longo dos anos de avaliação. O mirtilo das cultivares avaliadas apresentou características de coloração e atributos físicos e químicos de qualidade compatível com o mirtilo de outras regiões tradicionalmente produtoras.

Palavras chaves: *Vaccinium*, pequenas frutas, adaptabilidade, pós-colheita.

Abstract

Evaluation of yield performance is important for better adaptation of blueberry cultivars in a particular region. This research aimed to evaluate phenological behavior, productivity, and fruit quality of eight blueberry cultivars (Aliceblue, Bluebelle, Bluegem, Briteblue, Climax, Delite, Powderblue and Woodard) and two highbush blueberry (Georgiagem and O'Neal) in mild winter conditions in 2013/2014 and 2014/2015. The plants were arranged in random blocks of four varieties with ten plants per plot. Flowering and harvesting periods, production, mass, size, pH, soluble solids, titratable acidity, ratio and color of the fruits were evaluated. The cultivars flowered in August and September, and harvest was concentrated in November and December. The cultivars that showed better growth performance were Climax, Delite, Bluegem and Powderblue. There were differences fruit mass, size, pH, soluble solids and acidity among the cultivars. The average ratios were 15.11 and 13.39 for each crop respectively, proves that the cultivars have good quality fruit. There was little variation in fruit color throughout the years. The blueberry cultivars showed the staining characteristics and physical and chemical attributes of quality compatible with blueberry other regions traditionally producing.

Keywords: *Vaccinium*, small fruits, adaptability, postharvest.

Introdução

O mirtilo (*Vaccinium* spp) é uma espécie frutífera originária de algumas regiões da Europa e América do Norte, onde é muito apreciado pelo seu sabor exótico e suas propriedades medicinais. É uma frutífera arbustiva de introdução relativamente recente no Brasil, ainda cultivado em restritas áreas distribuídas pelas regiões mais frias (Canturias-Avilés, 2014) dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Minas Gerais. Trata-se de uma cultura que vem sendo cultivada por pequenos e médios produtores,

apresentando como pontos positivos: o elevado valor de mercado dos frutos; o grande potencial de consumo interno e externo, visto que a maior parte da população ainda não consome ou até desconhece o mirtilo; a existência de poucos problemas fitossanitários, que permite, inclusive, conduzir cultivos orgânicos; e a possibilidade de transformação em geléias, sucos, frutas congeladas, polpas e licores (Pasa et al., 2014).

Cultura com pouca expressão comercial no Brasil, o cultivo do mirtilheiro, desperta o interesse do produtor devido a elevada rentabilidade que o fruto pode proporcionar, envolvendo consumidores de diversos segmentos econômicos, o mirtilo atinge valores interessantes no mercado por ser rico em antioxidantes e outros compostos com propriedades nutracêuticas (Brackmann et al., 2010; Fachinello et al., 2011).

O mirtilheiro é uma frutífera de clima temperado que necessita de frio no outono/inverno (Coletti et al., 2011), é o fator principal na fase de repouso, sendo que a insuficiência pode provocar brotação e floração deficiente e desuniforme, com reflexos na produção (Antunes et al., 2008; Campoy et al., 2011; Atkinson et al., 2013).

Atualmente, novas cultivares vêm sendo introduzidas no país e dúvidas ainda persistem a respeito da adaptação e do potencial produtivo das cultivares disponíveis, bem como há carência de informações técnicas sobre o manejo da cultura. A recomendação de cultivares adaptadas às condições de inverno ameno será uma nova alternativa para a diversificação de espécies frutíferas e nova fonte de renda para produtores, que obterão ganhos na ampliação da produção de frutas durante o ano.

A maioria das cultivares de mirtilheiro exploradas economicamente no Brasil, foram selecionadas em outras condições edafoclimáticas, e o conhecimento do comportamento fenológico em uma determinada região é importante, pois, além do fator genético, a produtividade também depende da adaptabilidade da cultivar às condições climáticas, que

interferem na formação das gemas floríferas e vegetativas podendo apresentar limitações para a sua produção nas diferentes áreas de cultivo (Fischer et al., 2014).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento fenológico, a produtividade e a qualidade de frutos de cultivares de mirtilheiro do grupo rabbiteye e highbush em condição de inverno ameno.

Material e Métodos

A pesquisa foi conduzida em dois ciclos produtivos: 2013/2014 e 2014/2015 na coleção de mirtilheiros instalada no Centro de Estações Experimentais do Canguiri - CEEEx da Universidade Federal do Paraná localizada na cidade de Pinhais - PR, latitude 25°25'S, longitude 49°08'W e altitude de 930 metros, o clima, segundo classificação climática de Köppen, é temperado ou subtropical úmido mesotérmico (Cfb).

O solo possuía as seguintes características: pH CaCl₂ = 5,0; Al⁺³ = 0,0 cmol_c.dm⁻³; H⁺+Al⁺³ = 7,2 cmol_c.dm⁻³; Ca⁺² = 7,1 cmol_c.dm⁻³; Mg⁺² = 3,2 cmol_c.dm⁻³; K⁺ = 0,48 cmol_c.dm⁻³; P = 15,6 mg.dm⁻³; C = 19,2 g.dm⁻³; saturação de bases = 60% e teor de argila de 500 g.kg⁻¹. Antes do plantio o solo foi acidificado pela incorporação de 204 kg ha⁻¹ de enxofre.

A coleção foi composta pelas cultivares: Aliceblue, Bluebelle, Bluegem, Briteblue, Climax, Delite, Powderblue e Woodard do grupo Rabbiteye e Georgiagem e O'Neal do grupo Highbush. Foram dispostas em blocos ao acaso com quatro repetições e dez plantas por parcela. As mudas, obtidas por estaquia, foram adquiridas em Pelotas/RS de viveirista credenciado junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. O plantio foi realizado em setembro de 2011 no espaçamento de 3 m entre linhas e 0,7 m entre plantas e manejado com sistema de irrigação por gotejamento.

As avaliações fenológicas foram realizadas de acordo com a descrição dos estádios de desenvolvimento de gema (Lyrene, 2006), nas datas de início da floração (mais de 5% das flores abertas), fim da floração (90% das flores abertas), início e final da colheita.

As variáveis relacionadas à produção e caracterização da qualidade de frutos foram avaliadas no Laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná - UFPR. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação completa (Childers & Lyrene, 2006) em cada tratamento, para as avaliações de: produção média por planta (g planta^{-1}), massa fresca do fruto (g); tamanho dos frutos (mm), potencial hidrogeniônico (pH), teor de sólidos solúveis totais, acidez titulável e coloração da epiderme.

Os frutos foram homogeneizados dentro de cada tratamento e selecionados quanto à sanidade e ausência de injúrias e defeitos para retirada das amostras. Após a seleção a amostra foi dividida em quatro partes de 36 frutos, escolhidos ao acaso, as quais constituíram as repetições.

O teor de sólidos solúveis medido em °Brix, por meio de refratômetro, com leitura direta após adição de uma gota do suco do fruto sobre o prisma do aparelho. A acidez, expressa em porcentagem de ácido cítrico, foi determinada por titulometria de neutralização segundo metodologia descrita por Reyes-Carmona (2005).

A coloração da epiderme dos frutos foi determinada por colorimetria, empregando-se a escala CIELAB, com leitura direta dos valores de L^* (luminosidade), a^* (contribuição do vermelho) e b^* (contribuição do amarelo). O ângulo de tonalidade cromática hue (h^*) e a saturação de cor, chroma (C^*) foram calculados a partir dos valores de a^* e b^* , conforme as equações: $h^* = \arctang(b^*/a^*)$ e $C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizado com quatro repetições, dez plantas por parcela e quatro plantas úteis. Os dados submetidos à análise da

variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, pelo programa Assistat Versão 7.6 (Silva, 2009).

Resultados e Discussão

A data de início de floração variou entre as cultivares e nos anos. Em ambos os ciclos, 2013/2014 e 2014/2015, os períodos de floração variaram de 28 a 35 dias. No ciclo 2014/2015 o florescimento foi mais precoce do que no ano anterior para todas cultivares, com uma antecipação média de 2 semanas. A cultivar Woodard foi a mais precoce, com início de florescimento em 18/julho (Tabela 1). Este fato deve estar mais associado as temperaturas mais elevadas nos períodos que antecederam o florescimento do que em relação as horas de frio acumuladas, pois no segundo ciclo as temperaturas foram superiores ao ano anterior, observando-se um aumento de 0,51°C e 0,80°C na temperatura média de julho e agosto, respectivamente. Enquanto as horas de frio acumuladas foram maiores no primeiro ciclo (Tabela 5).

A diferença apresentada pelas cultivares pode ser consequência de fatores intrínsecos à própria adaptação, como a necessidade de baixas temperaturas e variações climáticas locais. Para Nienow & Floss (2002) os períodos de floração variam entre as cultivares e são alterados pelo maior ou menor acúmulo de horas de frio durante o outono/inverno, bem como pela elevação mais cedo ou mais tarde da temperatura, que induz a floração. Os períodos de floração das cultivares nos dois anos de avaliação foram semelhante ao encontrado por Antunes et al. (2008) na avaliação do comportamento fenológico de oito cultivares de mirtilheiros na região de Pelotas-RS.

Devido a esta diferença no florescimento, os períodos de colheita foram deslocados entre os anos, com uma concentração em dezembro no ciclo 2013/2014 e em novembro e dezembro no ciclo 2014/2015 sem grandes diferenças entre as cultivares. Este é um período

favorável para comercialização do mirtilo no mercado interno, uma vez que a oferta de frutos se dá no mês das festas natalinas, época em que ocorre grande procura pelos mesmos.

A produção foi baixa no primeiro ciclo, quando as cultivares apresentam em média 27,86 g de frutos por planta. A baixa produção observada no primeiro ciclo foi decorrente das plantas ainda serem novas, pois possuíam apenas 2 anos. No segundo ciclo a diferença entre as cultivares foi bem marcante, com destaque para a 'Climax' que foi a mais produtiva, atingindo mais de 1 kg de frutos por planta, seguida das cultivares Bluegem, Delite e Powderblue. As cultivares Aliceblue, Georgiagem e O'Neal não produziram no primeiro ciclo e foram as menos produtivas no segundo ciclo (Tabela 3). Esta pode ser uma resposta de falta de adaptação climática, já que essas cultivares são mais exigentes em frio do que as pertencentes ao grupo rabbiteye. A quantidade de horas de frio acumulada nesta região é baixa e de aproximadamente 161,8 horas (Botelho et al., 2006). Nos anos da realização deste experimento, foram observadas 174 horas de frio abaixo de 7,2° C até o dia 12 de agosto de 2013, quando ocorreu a brotação das primeiras cultivares e de apenas 37 horas de frio até o dia 18 de julho de 2014, quando ocorreu a brotação da cultivar Woodard (Tabela 5). Estes valores são insuficientes para satisfazer a exigência das cultivares do grupo highbush. Este comportamento improdutivo também foi verificado na região de Pelotas-RS, com as mesmas cultivares avaliadas neste experimento, que não produziram na safra cuja somatória de horas de frio foi de apenas 368 horas (Pasa et al., 2014). A cultivar Aliceblue, apesar de pertencer ao grupo rabbiteye, também não produziu no primeiro ciclo e produziu muito pouco no segundo. Neste caso a baixa eficiência produtiva desta cultivar pode estar relacionada a outros fatores climáticos e do solo.

No ciclo 2014/2015, quando as plantas estavam no 3° ano, as cultivares Climax, Delite, Bluegem e Powderblue se destacaram como as mais produtivas, com destaque para a cultivar Climax que produziu 1057,25 g. pl⁻¹, resultado superior ao valor de 350 g. pl⁻¹

encontrado por Antunes et al. (2008) para a mesma cultivar na região de Pelotas-RS. Pode-se estimar para esta cultivar uma produtividade de 4.315 kg ha⁻¹ em Pinhais-PR, muito superior a produtividade estimada de 900,74 kg ha⁻¹ com cobertura do solo com rafia de polipropileno em Pelotas-RS (Pasa et al., 2014). ‘Climax’, além de mais produtiva, apresentou bom tamanho de fruto (14,69 mm) e de massa (1,61 g), semelhante ao observado por Pasa et al. (2014), que obtiveram frutos entre 14,13 a 16,54 mm e com 1,3 a 1,65 g, e superior aos resultados encontrados por Antunes et al. (2008) de 14,50 mm e 1,32 g com a mesma cultivar na região de Pelotas-RS. Estes resultados confirmam a possibilidade de cultivar mirtilheiros do grupo rabbiteye em condições de inverno ameno, como em Pinhais-PR, que encontra-se na latitude 25° Sul. Nesta mesma latitude de 25° Norte, Huang & Li (2015) cultivaram mirtilos do mesmo grupo e observaram que naquelas condições subtropicais com inverno ameno e sem geadas, as folhas permaneciam verdes e não caíam durante o inverno. Estes resultados demonstram uma plasticidade de adaptação das cultivares do grupo rabbiteye, pois mesmo sendo originadas de uma região dos Estados Unidos com 450 a 600 horas de frio (Lobos & Hancock, 2015), produzem em regiões mais quentes.

Não houve diferença entre as cultivares quanto a massa de frutos no ciclo 2013/2014, que apresentaram uma média de 1,71 g. No ciclo 2014/2015, a massa média dos frutos foi semelhante, mas as cultivares Delite (1,96 g) e Bluebelle (1,89 g) foram superiores as demais. As cultivares Bluebelle, Briteblue e Woodard produziram os maiores frutos no primeiro ciclo, com tamanho superior a 15 mm. No segundo ciclo se destacaram ‘Climax’ e ‘Woodard’ (Tabela 2).

As características químicas diferiram entre as cultivares com variações entre os anos avaliados. A variabilidade de resposta do mirtilheiro, dependendo do ano, também foi observada em diversos experimentos com cultivares do grupo highbush e rabbiteye nos Estados Unidos (Gündüz et al., 2015).

De maneira geral, as características químicas dos mirtilos avaliados neste trabalho, estão situadas dentro da faixa considerada ideal para mirtilos de qualidade, com pH entre 2,25 a 4,25, sólidos solúveis totais superior a 10%, acidez entre 0,3 a 1,3% e *ratio* entre 10 e 33 (Beaudry, 1992 citado por Gündüz et al., 2015).

As determinações do pH, do teor de sólidos solúveis e acidez contribuem para a suposição da aceitabilidade dos frutos e foram diferentes entre as cultivares e os anos avaliados (Tabela 4). O pH e acidez titulável da polpa da fruta são parâmetros utilizados para indicar a qualidade dos frutos e refletem o estágio de maturação dos mesmos (Santana et al., 2004).

As cultivares avaliadas apresentaram baixo pH, médias de 3,15 no ciclo 2013/2014 e de 2,77 no ciclo 2014/2015. Os valores encontrados foram inferiores aos relatados por Sousa et al. (2006) na avaliação do comportamento de cultivares de mirtilo americanos cultivadas em Portugal.

O teor de sólidos solúveis (SS) é um índice de qualidade, sendo sua concentração e composição componente indispensável ao sabor do fruto. As cultivares avaliadas apresentaram diferenças significativas com variação nas médias observadas de 11,13 °Brix e 11,50 °Brix nos ciclos de 2013/2014 e 2014/2015 respectivamente. Fischer et al. (2014), também verificou pouca variação, com médias de 12,4 a 13,9 °Brix, em cultivares-mãe na seleção de genótipos de mirtilo obtidos a partir de polinização aberta na região de Pelotas/RS.

No ciclo 2014/2015 os maiores teores de SS foram observados nas cultivares Powderblue (13,27 °Brix), Delite (12,92 °Brix) e Georgiagem (12,67 °Brix). O teor de sólidos solúveis nesta safra para a cultivar Powderblue foi superior à média encontrada de 12,60 °Brix, em três safras consecutivas, 2003/2004, 2004/2005 e 2005/2006 na região de Pelotas-RS (Antunes et al., 2008). Os açúcares são os principais componentes solúveis e representam

cerca de 80% da matéria seca, sendo que a glucose e a frutose são os principais açúcares existentes no mirtilo e os seus teores influenciam o sabor (Sousa et al., 2006).

Para Souza et al. (2014) a acidez titulável é dependente da cultivar, e os resultados nos dois ciclos avaliados confirmam. O valor médio encontrado (0,77%) no ciclo 2013/2014 é inferior a AT 1,28 determinado por Rodrigues et al. (2007).

As médias de *ratio* de 14,97 e 13,39 nos ciclos avaliados demonstram que as cultivares apresentaram frutos de boa qualidade. Os valores verificados são superiores aos encontrados por Rodrigues et al. (2007) para as cultivares Bluegem, Powderblue e Bluebelle, que foram de 9,53; 14,74 e 13,69, respectivamente. As variações entre as cultivares nos ciclos de produção eram esperadas em função das diferenças climáticas entre os anos, a pluviosidade foi menor no ciclo 2013 (306,8 mm), no período de outubro (mês anterior ao início da colheita) a dezembro (final da colheita) (Tabela 5).

Ocorreu pouca variação na luminosidade (L^*) entre as cultivares, médias de 30,78 no ciclo 2013/2014 e de 30,20 no ciclo 2014/2015 (Tabela 4). A cultivar Powderblue foi superior as demais nos dois ciclos avaliados (Tabela 4). O que também foi observado por Medeiros et al. (2015) em mirtilos comercializados em Curitiba/PR que apresentaram baixa luminosidade, média de 29,40. A baixa luminosidade pode ser consequência da perda da pruína, cera que recobre os frutos quando maduros (Canturias-Avilés et al., 2014), que confere um aspecto mais brilhante aos frutos.

Em relação à coordenada a^* , que quantifica a variação das cores verde ($a^* < 0$) para o vermelho ($a^* > 0$) os valores positivos indicaram que os frutos apresentaram maior intensidade da cor vermelha, porém como os valores foram baixos e os valores de b^* foram negativos, a cor azulada prevaleceu (Tabela 4).

A tonalidade (h^*) é uma grandeza que caracteriza a qualidade da cor, como vermelho, verde e azul, por exemplo, permitindo que elas sejam diferenciadas. Verificaram-se

modificações modestas nesta coordenada, com médias, consideradas não relevantes, com valores negativos, de -1,07 e -1,02 ao longo das avaliações, devido à coloração mais escura.

A saturação (C^*), também chamada de pureza, descreve a intensidade ou quantidade de uma tonalidade, indicando a proporção em que ela está misturada com o preto, branco ou cinza; permitindo diferenciar cores fortes de fracas. Houve variação entre os valores médios da saturação, com redução acentuada no ciclo 2014/2015 com média de 3,69 (Tabela 5). O maior valor de C^* e o menor valor de h^* representam uma cor mais intensa dos frutos.

Em geral, o mirtilo apresenta cor azul com tonalidades variando de mais claro a mais escuro e intenso, sendo influenciada pela presença de cera epicuticular que produz o efeito responsável pela cor azul típica dos frutos. A cor da epiderme é conferida pela presença de antocianinas. Além das características genéticas, intrínsecas a cada cultivar, o meio ambiente em que os frutos se desenvolvem também afeta sua coloração (Sousa et al., 2006).

Os consumidores de modo geral têm preferência por frutos de cor forte e brilhante. Para os produtores a cor é um referencial para indicar se o fruto apresenta ou não condições ideais para comercialização e consumo. Para a indústria, a cor serve para ajudar os consumidores na seleção de alimentos e bebidas bem como na tomada de decisão em relação a qualidade dos mesmos (Concenço et al., 2014).

Conclusões

As cultivares avaliadas no presente estudo apresentam período de floração nos meses de agosto e setembro, concentrando a colheita nos meses de novembro e dezembro.

Os frutos das cultivares avaliadas apresentam atributos físicos e químicos de qualidade compatível com o mirtilo de outras regiões tradicionalmente produtoras.

A cultivar mais produtiva em condição de inverno ameno é a Climax, seguida das cultivares Delite, Bluegem e Powderblue.

Agradecimentos

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e Fundação Araucária pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do projeto.

Referências

Antunes, L.E.C., Gonçalves, E.D., Ristow, N.R., Carpenedo, S., Trevisan, R. 2008. Fenologia, produção e qualidade de frutos de mirtilo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 43:1011-1015.

Atkinson, C.J.; Brennan, R.M.; Jones, H.G. 2013. Declining chilling and its impact on temperate perennial crops. *Environmental and Experimental Botany*, 91:48-62.

Botelho, R.V.; Ayub, R.A.; Müller, M.M.L. 2006. Somatória de horas de frio e de unidades de frio em diferentes regiões do Estado do Paraná. *Revista Scientia Agraria*, 7:89-96.

Beaudry, R. 1992. Blueberry quality characteristics and how they can be optimized Annual Report of the Michigan State Horticultural Society, 122: 140-145.

Brackmann, A.; Weber, A.; Giehl, R.F.H.; Eisermann, A.C.; Sautter, C.K.; Gonçalves, E.D.; Antunes, L.E.C. 2010. Armazenamento de mirtilo 'Bluegem' em atmosfera controlada e refrigerada com absorção e inibição do etileno. *Revista Ceres*, Viçosa, MG, 57:6-11.

Campoy, J.A.; Ruiz, D.; Egea, J. 2011. Dormancy in temperate fruit trees in a global warming context: a review. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, 130:357-372.

Cantuarias-Aviles, T.; Silva, S.R. da.; Medina, R.B.; Moraes, A.F.G.; Alberti, M.F. 2014. Cultivo do mirtilo: atualizações e desempenho inicial de variedades de baixa exigência em frio no Estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 36:139-147.

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

Concenço, F.I.G. da R.; Stringheta, P.C.; Ramos, A.M.; Oliveira, I.H.T. 2014. Blueberry: Functional traits and obtention of bioactive compounds. *American Journal of Plant Sciences*, 5:2633-2645.

Coletti, R.; Nienow, A.A.; Calvete, E.O. 2011. Superação da dormência de cultivares de mirtilo em ambiente protegido com cianamida hidrogenada e óleo mineral. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 33:685-690.

Fachinello, J.C.; Pasa, M.S.; Schmitz, J.D.; Betemps, D.I. 2011. Situação e perspectivas da fruticultura de clima temperado no Brasil. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 33:109-120.

Fischer, D.L. de O.; Fachinello, J.C.; Piana, C.F. de B.; Bianchi, V.J.; Machado, N.P. 2014. Seleção de genótipos de mirtilo obtidos a partir de polinização aberta. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 36:221-231.

Gündüz, K.; Serçe, S; Hancock, J.F. 2015. Variation among highbush and rabbiteye cultivars of blueberry for fruit quality and phytochemical characteristics. *Journal of Food Composition and Analysis*, 38: 69–79.

Huang, S.; Li, K. 2015. Dormant Season Fertigation Promotes Photosynthesis, Growth, and Flowering of ‘Blueshower’ Rabbiteye Blueberry in Warm Climates. *Hortic. Environ. Biotechnol.*, 56:756-761.

Lobos, G.A.; Hancock, J.F. 2015. Breeding blueberries for a changing global environment: a review. *Frontiers in Plant Science*, 6:1-14.

Lyrene, P.M. 2006. Weather, climate and blueberry production. In: Childers, N.F., Lyrene, P.M. *Blueberries for growers, gardeners, promoters*. Florida: E. O. Painter Printing Company.

Medeiros, J.G.S., Biasi, L.A., Cuquel, F.L., Dangelo, J.W.O. 2015. Caracterização físico-química de mirtilo comercializado em Curitiba-PR. In: *I Congresso Brasileiro de Processamento Mínimo e Pós-Colheita de Frutas, Flores e Hortaliças*. Aracaju, SE.

Nienow, A.A., Floss, L.G. 2002. Floração de pessegueiros e nectarineiras no Planalto Médio do Rio Grande do Sul, influenciada pelas condições meteorológicas. *Ciência Rural*, 32:931-936.

Pasa, M. da S., Fachinello, J.C., Schmitz, J.D., Fischer, D.L. de O., Rosa Júnior, H.F. da. 2014. Desempenho de cultivares de mirtilos dos grupos rabbiteye e highbush em função da cobertura de solo. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, 36:161-169.

Reyes-Carmona, J., Yousef, G. G., Martinez-Peniche, R. A., Lila, M. A. 2005. Antioxidant capacity of fruit extracts of blackberry (*Rubus* sp.) produced in different climatic regions. *Journal of Food science*, 70:497-503.

Rodrigues, S.A.; Gularte, M.A.; Pereira, E.R.B.; Borges, C.D; Vendrusculo, C.T. 2007. Influência da cultivar nas características físicas, químicas e sensoriais de *topping* de mirtilo. *Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial, Campinas*, 1: 9-29.

Santana, L.R.R., Matsuura, F.C.A.U.; Cardoso, R.L. 2004. Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya* L.): avaliação sensorial e físico-química dos frutos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 24:217-222.

Silva, F.A.S. 2009. Principal Components Analysis in the Sftware Assistat-Statistical Attendance. In: *World Congress on Computers In Agriculture*, 7, Reno-NV-USA; American Society of Agricultural and Engineers.

Sousa, M.B., Curado, T., Lavadinho, C., Moldão-Martins, M. 2006. A survey of Quality Factors in Highbush and Rabbiteye Blueberry cultivars in Portugal. *Acta Horticulturae*, 715:567-572.

Souza, A.L.K. de.; Pereira, R.R.; Camargo, S.S.; Fischer, D.L. de O.; Schuch, M.W.; Pasa, M. da S.; Schmitz, J.D. 2014. Produção e qualidade de frutos de mirtilheiros sob diferentes intensidades de poda. *Ciência Rural*, 44:2157-2163.

Tabela 1. Características fenológicas de dez cultivares de mirtilo, nos ciclos produtivos (2013/2014 e 2014/2015), cultivados no CEEEx da UFPR, Pinhais, Estado do Paraná.

Cultivar	Floração			Colheita		
	Início	Final	Período de floração (dias)	Início	Final	Período de colheita (dias)
2013/2014						
Aliceblue	26/08	23/09	28	--	--	--
Bluebelle	12/08	16/09	35	09/12	16/12	08
Bluegem	12/08	16/09	35	02/12	23/12	22
Briteblue	19/08	23/09	35	16/12	23/12	08
Clímax	19/08	23/09	35	25/11	23/12	29
Delite	26/08	23/09	28	09/12	23/12	15
Georgiagem	26/08	30/09	35	--	--	--
O'Neal	12/08	09/09	28	--	--	--
Powderblue	19/08	23/09	35	02/12	23/12	22
Woodard	19/08	23/09	35	09/12	16/12	08
2014/2015						
Aliceblue	04/08	01/09	28	03/11	01/12	21
Bluebelle	28/07	25/08	28	03/11	01/12	28
Bluegem	04/08	08/09	35	03/11	01/12	28
Briteblue	04/08	08/09	35	03/11	01/12	28
Clímax	04/08	08/09	35	03/11	01/12	28
Delite	25/08	29/09	35	03/11	08/12	35
Georgiagem	04/08	01/09	28	03/11	24/11	21
O'Neal	28/07	25/08	28	03/11	24/11	21
Powderblue	21/07	25/08	35	03/11	08/12	35
Woodard	18/07	18/08	28	03/11	08/12	35

Tabela 2. Produção, massa fresca (MF) e tamanho (mm) de frutos de cultivares de mirtilheiros, nos ciclos produtivo 2013/2014 e 2014/2015, cultivados no CEEEx em Pinhais, Estado do Paraná⁽¹⁾.

Cultivares	Produção (g.pl ⁻¹)		MF (g)		Tamanho (mm)	
	2013/14	2014/15	2013/14	2014/15	2013/14	2014/15
Aliceblue	--	27,12c	--	1,68b	--	12,48c
Bluebelle	30,60a	219,17c	1,92a	1,89a	15,37a	13,30b
Bluegem	25,50b	586,80b	1,52a	1,42b	13,67b	13,69b
Briteblue	21,18c	96,62c	1,67a	1,64b	15,24a	13,54b
Clímax	26,78b	1057,25a	1,71a	1,61b	14,53b	14,69a
Delite	26,36b	675,24b	1,65a	1,96a	14,21b	13,82b
Georgiagem	--	50,97c	--	1,57b	--	13,36b
O'Neal	--	50,55c	--	1,47b	--	12,97c
Powderblue	31,65a	478,70b	1,71a	1,73b	14,49b	13,88b
Woodard	32,95a	94,83c	1,76a	1,55b	16,14a	15,03a
Médias	27,86	333,72	1,71	1,65	14,81	13,67
CV (%)	8,26	30,83	8,78	8,30	4,52	3,05

⁽¹⁾ Médias seguidas por letra iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Tabela 3. Potencial hidrogeniônico (pH), teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e ratio (SS/AT) de frutos de cultivares de mirtilheiros, nos ciclos produtivo 2013/2014 e 2014/2015, cultivados no CEEEx em Pinhais, Estado do Paraná⁽¹⁾.

Cultivares	pH		SS (°Brix)		AT (% ác. cítrico)		Ratio (SS/AT)	
	2013/14	2014/15	2013/14	2014/15	2013/14	2014/15	2013/14	2014/15
Aliceblue	--	2,84a	--	10,60c	--	0,74d	--	14,32b
Bluebelle	3,24a	2,48b	10,20c	10,37c	0,80b	1,22b	12,72b	8,91d
Bluegem	3,13b	2,83a	10,90b	10,82c	0,74c	1,03c	14,67b	10,51c
Briteblue	3,13b	2,85a	10,72b	11,47b	0,75c	0,70d	14,13b	10,26b
Clímax	3,14b	2,68b	12,27a	11,37b	0,60d	1,28b	20,57a	8,89d
Delite	3,08b	2,87a	10,97b	12,92a	0,84b	0,67d	13,13b	19,45a
Georgiagem	--	2,82a	--	12,67a	--	0,70d	--	17,94a
O'Neal	--	2,79a	--	10,10c	--	0,85c	--	11,84c
Powderblue	3,12b	2,94a	11,82a	13,27a	0,65d	0,70d	18,50a	19,56a
Woodard	3,20a	2,59b	11,05b	11,40b	1,00a	1,88a	11,05b	6,17d
Médias	3,15	2,77	11,13	11,50	0,77	0,98	14,97	13,39
CV (%)	2,03	4,13	4,16	5,61	7,77	15,92	13,49	16,31

⁽¹⁾ Médias seguidas por letra iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Tabela 4. Coordenadas de cor (L*, a*, b*), tonalidade (hue) e chroma de frutos de mirtilheiros, safra 2013/2014, 2014/2015, cultivados no CEEEx em Pinhais, Estado do Paraná⁽¹⁾.

Cultivar	Coordenadas de cor			Tonalidade	Saturação
	L*	a*	b*	Hue (rad)	Chroma
2013/2014					
Aliceblue	--	--	--	--	--
Bluebelle	28,00c	4,23a	-5,33b	-0,91b	6,89b
Bluegem	33,18b	3,83a	-7,23a	-1,07a	8,21a
Briteblue	28,75c	3,71a	-5,67b	-0,99b	6,84b
Clímax	29,26c	2,86b	-6,54b	-1,15a	7,15b
Delite	31,54b	4,11a	-6,23b	-0,98b	7,84b
Georgiagem	--	--	--	--	--
O'Neal	--	--	--	--	--
Powderblue	34,87a	3,45a	-8,31a	-1,17a	9,00a
Woodard	29,53c	2,61b	-7,70a	-1,24a	8,13a
Médias	30,78	3,54	-6,72	-1,07	7,67
CV (%)	4,96	18,92	10,46	9,35	8,53
2014/2015					
Aliceblue	31,22c	1,10c	-2,66c	-1,15a	2,98b
Bluebelle	27,07d	4,11a	-2,06d	-0,50c	4,69a
Bluegem	30,55c	1,27c	-3,82a	-1,24a	4,04a
Briteblue	29,91c	2,45b	-2,08d	-0,73b	3,30b
Clímax	29,71c	2,18b	-3,84a	-1,05a	4,45a
Delite	33,01b	2,68b	-3,18b	-0,88b	4,32a
Georgiagem	29,36c	0,30c	-2,55c	-1,44a	2,57c
O'Neal	27,15d	1,48c	-1,55d	-0,81b	2,15c
Powderblue	35,38a	1,42c	-4,47a	-1,27a	4,71a
Woodard	28,53d	1,74c	-3,23b	-1,08a	3,72a
Médias	30,20	1,87	-2,94	-1,02	3,69
CV (%)	3,75	42,60	16,72	19,58	14,70

⁽¹⁾ Médias seguidas por letra iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).
(rad) = radianos

Tabela 5. Características climáticas nos anos de 2013 e 2014 em Pinhais, PR, Brasil ⁽¹⁾.

CARACTERÍSTICAS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2013												
Temp. Máxima (°C)	25,06	26,74	24,31	23,66	21,55	19,40	18,81	20,45	21,20	22,69	23,65	26,15
Temp. Média (°C)	19,14	20,43	18,77	17,06	15,45	14,24	12,45	13,60	15,20	16,64	17,95	20,12
Temp. Mínima (°C)	15,42	16,71	15,24	12,60	10,85	10,79	7,37	8,02	10,59	12,51	14,17	16,17
Precipitação (mm)	58,60	277,80	128,20	49,80	88,80	160,00	125,60	28,00	173,40	99,80	105,60	101,40
Horas de frio (<7,2°C)	0	0	0	0	32	11	110	77	18	0	0	0
2014												
Temp. Máxima (°C)	28,70	28,11	25,22	22,57	20,69	20,07	19,20	22,12	22,32	25,42	24,47	26,58
Temp. Média (°C)	21,79	21,35	19,58	17,58	15,16	14,95	13,25	15,02	16,12	17,49	18,52	19,97
Temp. Mínima (°C)	17,39	17,33	16,13	14,53	11,78	11,13	9,54	9,19	12,54	13,37	14,80	16,06
Precipitação (mm)	198,60	135,20	121,20	68,40	88,00	164,80	34,40	69,80	178,00	72,60	124,00	220,60
Horas de frio (<7,2°C)	0	0	0	0	0	21	37	39	0	0	0	0

⁽¹⁾Fonte: SIMEPAR

4. DESEMPENHO DE CULTIVARES DE MIRTILEIRO EM CLIMA SUBTROPICAL DE ALTITUDE

RESUMO – A realização de estudos fenológicos pode tornar disponível informações necessárias para determinar o potencial produtivo de cultivares adaptadas às condições climáticas de uma região. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento fenológico, a produtividade e a qualidade de frutos de oito cultivares de mirtilheiro do grupo rabbiteye (Aliceblue, Bluebelle, Bluegem, Briteblue, Climax, Delite, Powderblue e Woodard) e duas do grupo highbush (Georgiagem e O’Neal) em condições de clima subtropical de altitude nos ciclos de 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015. Foram avaliadas as datas de início e final de floração, início e final de colheita, produção, massa, tamanho, pH, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio* e coloração. As cultivares avaliadas apresentaram floração no período de julho a setembro, concentrando a colheita nos meses de novembro e dezembro. Há diferenças entre as cultivares quanto a massa do fruto, tamanho, pH, teor de sólidos solúveis e a acidez. A coloração dos frutos apresentou poucas variações ao longo dos anos de avaliação. O mirtilo das cultivares avaliadas apresentou características de coloração e atributos físicos e químicos de qualidade compatível com o mirtilo de outras regiões tradicionalmente produtoras. As cultivares com melhor desempenho produtivo foram Bluegem, Climax, Delite e Powderblue, do grupo rabbiteye, demonstrando melhor adaptação para o cultivo em condições de clima subtropical de altitude.

Termos para indexação: *Vaccinium*; pequenas frutas; adaptabilidade; fenologia; pós-colheita.

PERFORMANCE OF BLUEBERRY CULTIVARS IN SUBTROPICAL ALTITUDE CLIMATE

ABSTRACT - The realization of phenological studies may make available information necessary to determine the production potential of cultivars adapted to the climatic conditions of a region. The objective of this study was to evaluate the phenological behavior, productivity and fruit quality of eight cultivars of blueberry of rabbiteye group (Aliceblue, Bluebelle, Bluegem, Briteblue, Climax, Delite, Powderblue and Woodard) and two highbush

group (Georgiagem and O'Neal) in subtropical climate of altitude in cycles 2012/2013, 2013/2014 and 2014/2015. start dates were assessed and the end of flowering, beginning and end of harvest, production, mass, size, pH, soluble solids, titratable acidity, ratio and color. The cultivars had flowering period in the months of August and September, focusing harvest in November and December. There are differences among cultivars for the fruit mass, size, pH, soluble solids and acidity. The coloring of the fruit presented few variations over the years of assessment. Blueberries of cultivars showed staining characteristics and physical and chemical attributes of quality compatible with blueberry other traditional producing regions. The cultivars with better growth performance were Bluegem, Climax, Delite and Powderblue, the rabbiteye group, demonstrating better fit for cultivation in subtropical climate of altitude.

Index terms: *Vaccinium*; small fruits; adaptation; phenology; production; postharvest.

INTRODUÇÃO

Espécie frutífera originária de algumas regiões da América do Norte, o mirtilo (*Vaccinium* spp) é muito apreciado pelo seu sabor exótico e suas propriedades nutraceuticas. (FACHINELLO et al., 2011), O crescimento das áreas cultivadas de mirtilheiro deve-se às atuais oportunidades de mercado pelo aumento do consumo de produtos saudáveis. Esta ascensão do interesse por essa cultura está relacionada principalmente a sua elevada capacidade antioxidante, pela presença de compostos fenólicos, principalmente antocianinas, flavonóides e derivados do ácido cinâmico (CARDEÑOSA et al., 2016). Além disso, o cultivo do mirtilheiro constitui-se em alternativa para pequenos produtores rurais, uma vez que ele pode aumentar a renda das propriedades devido ao seu alto valor no mercado (PASA et al., 2014).

No Brasil, as principais cultivares pertence ao grupo rabbiteye, que exigem menos frio do que os mirtilheiros do grupo highbush, isso ocorre principalmente porque as cultivares desse grupo requerem menor acúmulo de frio para superar a dormência (STRIK, 2007), mas não produzem adequadamente em regiões com menos de 200 horas de frio (CANTUARIAS-AVILÉS et al., 2014).

A utilização de cultivares com melhor desempenho produtivo adaptadas a regiões de clima subtropical de altitude representa uma nova alternativa para diversificação da produção com uma nova espécie frutícola. Estudos para verificar o potencial produtivo de cultivares são importantes na caracterização dos materiais existentes, pois proporcionam conhecimento

sobre o comportamento fenológico e produtivo a diferentes locais de cultivo. As épocas de floração e maturação podem variar, conforme o ano e o local (NESMITH, 2006).

A maioria das cultivares existentes são oriundas dos Estados Unidos, e foram desenvolvidas para as condições locais de suas origens. No Brasil, a cultura do mirtilo foi introduzida na década dos anos 80 no Rio Grande do Sul, embora a maior expansão do cultivo comercial de mirtilos na região Sul tenha-se iniciado apenas na década de 2000, motivada pela crescente demanda mundial e pelos atrativos preços da fruta fresca no mercado europeu. A maioria das cultivares pertencem ao grupo rabbiteye, que exigem menos frio que os mirtilheiros do grupo highbush (CANTUARIAS-AVILÉS et al., 2014).

O objetivo deste estudo foi caracterizar diferentes cultivares de mirtilheiros do grupo rabbiteye e highbush quanto aos principais estádios fenológicos, a produtividade e a qualidade de frutos em condições de clima subtropical de altitude.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em três ciclos produtivos: 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015 na coleção de mirtilheiros instalada na Estação Experimental do Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, localizada no município da Lapa - PR, latitude 25°47'S, longitude 49°46'W e 910 metros de altitude, o clima, segundo classificação climática de Köppen (Cfb) é subtropical úmido mesotérmico (Cfb).

O solo possuía as seguintes características: pH $\text{CaCl}_2 = 5,5$; $\text{Al}^{+3} = 0,0 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; $\text{H}^+ + \text{Al}^{+3} = 4,0 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; $\text{Ca}^{+2} = 6,7 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{+2} = 2,5 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; $\text{K}^+ = 0,31 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; $\text{P} = 30,50 \text{ mg}.\text{dm}^{-3}$; $\text{C} = 18,2 \text{ g}.\text{dm}^{-3}$ e saturação de bases = 70%.

A coleção foi composta pelas cultivares: Aliceblue, Bluebelle, Bluegem, Briteblue, Climax, Delite, Powderblue e Woodard do grupo Rabbiteye e Georgiagem e O'Neal do grupo Highbush. Foram dispostas em blocos ao acaso com quatro repetições e dez plantas por parcela. As mudas, obtidas por estaquia, foram adquiridas em Pelotas/RS de viveirista credenciado junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. O plantio foi realizado em setembro de 2011 no espaçamento de 3 m entre linhas e 0,7 m entre plantas e manejado com sistema de irrigação por gotejamento.

As avaliações fenológicas foram realizadas de acordo com a descrição dos estádios de desenvolvimento de gema (LYRENE, 2006), nas datas de início da floração (mais de 5% das flores abertas), fim da floração (90% das flores abertas), início e final da colheita.

As variáveis relacionadas à produção e caracterização da qualidade de frutos foram avaliadas no Laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná - UFPR. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação completa (CHILDERS & LYRENE, 2006) em cada tratamento, para as avaliações de: produção média por planta (g planta^{-1}), massa fresca do fruto (g); tamanho dos frutos (mm), potencial hidrogeniônico (pH), teor de sólidos solúveis totais, acidez titulável e coloração da epiderme. A relação entre o teor de sólidos solúveis totais e a acidez titulável propiciou a obtenção do *ratio*.

Os frutos foram homogeneizados dentro de cada tratamento e selecionados quanto à sanidade e ausência de injúrias e defeitos para retirada das amostras. Após a seleção a amostra foi dividida em quatro repetições de 36 frutos.

O teor de sólidos solúveis (°Brix) foi mensurado, com auxílio de refratômetro, com leitura direta após adição de uma gota do suco do fruto sobre o prisma do aparelho. A acidez, expressa em porcentagem de ácido cítrico, foi determinada por titulometria de neutralização segundo metodologia descrita por Reyes-Carmona et al. (2005).

A coloração da epiderme dos frutos foi determinada por colorimetria, empregando-se a escala CIELAB, com leitura direta dos valores de L^* (luminosidade), a^* (contribuição do vermelho) e b^* (contribuição do amarelo). O ângulo de tonalidade cromática hue (h^*) e a saturação de cor, chroma (C^*) foram calculados a partir dos valores de a^* e b^* , conforme as equações: $h^* = \arctang(b^*/a^*)$ e $C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizado com quatro repetições, dez plantas por parcela e quatro plantas úteis. Os dados submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott (SILVA, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de floração variou entre as cultivares e os anos. De 22 a 29 dias no ciclo 2012/2013 e de 28 a 35 dias nos ciclos 2013/2014 e 2014/2015 (Tabela 1). O início e final da floração foi mais homogêneo no ciclo 2013/2014, esse comportamento pode ser consequência do maior acúmulo de horas de frio (277) neste ciclo, o maior nos três anos de avaliação (Tabela 2). Para Antunes et al. (2008) as alterações no padrão de florescimento podem ocorrer em razão das variações anuais no acúmulo em horas de frio. As horas de frio durante o período de repouso são importantes para superação da dormência e o acúmulo de horas de frio acima da temperatura base de crescimento é necessária para estimular a brotação das gemas após esse período. Os períodos de floração variam entre as cultivares e são alterados pelo maior ou menor acúmulo de horas de frio durante o outono/inverno, bem como pela elevação mais cedo ou mais da temperatura, que induz a floração (NIENOW & FLOSS, 2002).

Nos ciclos 2012/2013 e 2014/2015 o florescimento foi mais precoce do que no ciclo 2013/2014. Esta antecipação pode estar associada as temperaturas mais elevadas nos períodos que antecedem o florescimento, pois no primeiro ciclo observou-se um aumento nas temperaturas de 0,92°C em julho e de 3,37°C em agosto e no terceiro ciclo as temperaturas foram superiores 0,80°C em julho e 1,20°C em agosto (Tabela 2). O período de floração das cultivares avaliadas foram semelhantes as encontradas por Antunes et al. (2008) na avaliação do comportamento fenológico de oito cultivares de mirtilheiros na região de Pelotas-RS.

A colheita das cultivares foi variável nos ciclos avaliados. No ciclo 2012/2013 se concentrou no mês de dezembro, até o dia 20. No ciclo 2013/2014 somente a cultivar Bluebelle encerrou sua colheita em dezembro, dia 19, as demais foram colhidas em janeiro. No ciclo 2014/2015 a colheita iniciou em novembro e encerrou em dezembro na maioria das cultivares. A 'Aliceblue' e a 'Bluebelle' tiveram sua colheita concluída ainda no mês de novembro e a 'Bluegem' estendeu sua colheita até o dia 06 de janeiro/2015. O período de colheita mais longo (47 dias) dessa cultivar se deu em virtude de sua produção ser a maior neste ciclo (Tabela 1).

A variação nos períodos de colheita pode estar associado as variações de temperatura e de acúmulo de horas de frio abaixo de 7,2 °C ocorridas nos períodos de avaliação em que as cultivares apresentaram diferença no florescimento e conseqüentemente os períodos de colheita foram deslocados entre os anos (Tabela 2). Para Antunes et al. (2012), os fatores climáticos atuam diferentemente segundo a fase de desenvolvimento, determinando o potencial de produção.

A baixa produção observada no primeiro ciclo, média de 11 g planta⁻¹, foi decorrente das plantas ainda serem novas, pois tinham apenas 1 ano (Tabela 3). Na segunda safra, ciclo 2013/2014, a cultivar Bluegem foi a mais produtiva e não houve diferença de produção nas demais cultivares (Tabela 4).

A cultivar Bluegem apresentou as maiores produções nos três ciclos avaliados, atingindo a produção de 1215 g planta⁻¹ na terceira safra, ciclo 2014/2015 (Tabela 5), valor semelhante ao encontrado por Fischer et al. (2014) de 1250 g planta⁻¹ na região de Pelotas/RS. A maior produtividade da 'Bluegem' pode estar associado ao bom vigor vegetativo desta cultivar que resultou em uma maior capacidade de fornecimento de água e nutrientes ao fruto, pois para Pasa et al. (2014) plantas mais vigorosas com maior desenvolvimento vegetativo são mais produtivas.

Nesta mesma safra as cultivares Climax, Delite e Powderblue se destacaram com produções superiores a 500 g planta⁻¹ (Tabela 5). Na avaliação de cultivares do grupo rabbiteye Yu et al. (2006) obtiveram produções crescente de 500 a 1000 g planta⁻¹ no terceiro ano após o plantio e de 2000 a 3000 g planta⁻¹ no quarto ano. Antunes et al. (2008) também observaram diferenças entre as produções de sete cultivares de mirtilheiros deste mesmo grupo, com variação de 350 a 1630 g planta⁻¹. Essas diferenças de produção podem ser consequência da diferença de vigor entre as cultivares, da polinização e de fatores intrínsecos à própria adaptação das plantas, como o requerimento de baixas temperaturas e das variações climáticas locais em que foram observadas 139, 277 e 151 horas de frio abaixo de 7,2° C nos três ciclos avaliados, respectivamente (Tabela 2).

No ciclo 2012/2013 as cultivares Bluegem e Delite apresentaram as maiores massa e faziam parte do grupo de cultivares com maior tamanho de fruto. Na 2013/2014 não houve diferença entre as cultivares quanto ao tamanho de frutos em que as cultivares Bluegem e Climax apresentaram os frutos de maior massa (Tabela 4).

Na safra 2014/2015, em que também não houve diferença entre as cultivares quanto ao tamanho, a cultivar O'Neal, que obteve o menor índice de produção neste ciclo, apresentou

frutos de maior massa (Tabela 5). Este resultado evidencia a relação direta entre fonte e dreno, em que a maior disponibilidade de fotoassimilados aos frutos pode ocasionar o aumento do seu tamanho (DORAIS et al., 2001).

Foram observadas diferenças entre as cultivares quanto ao pH, teor de sólidos solúveis e acidez nos três ciclos avaliados (Tabelas 3, 4 e 5).

O pH baixo, médias de 2,94, 3,19 e 2,86 obtido nas safras 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015, respectivamente, é um parâmetro importante na determinação do potencial crescimento de microrganismos capazes de provocar deterioração e também no crescimento de microrganismos patogênicos, pois quando inferior a 4,5 e mesmo aumentando no decorrer do amadurecimento, influencia as características sensoriais e na capacidade de conservação dos frutos, os resultados encontrados no presente estudo são superiores a faixa de 2,56 a 2,67 determinada por Moraes et al. (2007) no processamento de produtos alimentícios de mirtilo que constataram que o pH não sofre interferência durante o armazenamento do fruto.

Os teores médios de sólidos solúveis (SS) das cultivares estão muito próximos, com médias de 11,15 °Brix, 11,35 °Brix e 12,16 °Brix nos três ciclos avaliados, resultado dentro da faixa de 12,4 a 14,5 °Brix encontrado por Fischer et al. (2014) na seleção de genótipos de mirtilheiro com maiores teores de SS entre progênies na região de Pelotas/RS.

Os valores médios da acidez titulável de 0,89, 0,85 e 0,79 % ác. cítrico, avaliados no primeiro, segundo e terceiro ciclo respectivamente, são superiores à média de 0,72% ác. cítrico determinado por Pelegrine et al. (2012) em frutos da cultivar Climax na elaboração de geleias e inferiores à média de 1,28% determinado por Rodrigues, et al. (2007). Os resultados variados confirmam que a acidez titulável é dependente da cultivar (SOUZA et al., 2014).

A relação SS/AT (*ratio*) é o indicador utilizado para determinar o estágio de maturação, determinando o balanço do sabor doce:ácido, é útil na determinação da maturação da fruta, mostrando a melhor palatabilidade para o consumo *in natura* (Mayer et al., 2008). Os resultados foram crescente ao longo das safras, atingindo a maior relação no terceiro ciclo avaliado (16,50). Este resultado se deve, principalmente, a cultivar Bluegem que apresentou o maior *ratio* (20,65) em função da baixa acidez (0,61 % ác. cítrico). Esse comportamento pode ser uma característica intrínseca desse cultivar que apresentou maior crescimento e desenvolvimento resultando em maior capacidade fotossintética, necessária para o acúmulo de açúcares nas frutas durante seu desenvolvimento (PASA et al., 2014).

A variabilidade de resposta do mirtilheiro, dependendo do ano, também foi observada em diversos experimentos com cultivares do grupo highbush e rabbiteye nos Estados Unidos (GÜNDÜZ et al., 2015).

Nas Tabelas 6, 7 e 8 são apresentados os valores médios da análise colorimétrica da epiderme dos frutos de mirtilo. A qualidade de uma cor é obtida pela tonalidade (h^*), pela saturação, (C^*) e pela luminosidade (L^*).

Os valores médios de luminosidade (L^*) de 31,97, 33,32 e 33,24 obtidos nas três safras avaliadas indicam pouca luminosidade dos frutos, semelhante ao encontrado por Concenço et al. (2014) na cultivar Bluegem, produzida no município de Antônio Carlos/MG.

A baixa luminosidade pode ser consequência da perda da pruína, cera que recobre os frutos quando maduros (Canturias-Avilés et al., 2014), que confere um aspecto mais brilhante aos frutos. Para Sousa et al. (2007) o meio ambiente em que os frutos se desenvolvem também afeta sua coloração.

A epiderme dos frutos apresentou pouca variação entre as cultivares, com médias de a^* de 4,29, 3,53 e 1,14 nas safras avaliadas, tendendo para o vermelho. Para a coordenada b^* , os valores ficaram entre -5,65, -7,88 e -4,16 nos três ciclos, tendendo para o azul. Visualmente a cor da epiderme dos frutos inicialmente é verde passando pelo vermelho e azulado quando maduro.

Os valores de h^* , que representam a tonalidade de cor dos frutos, de -0,93, -1,14, -1,29 demonstram pouca variação nos três ciclos avaliados. O menor ângulo representa maior intensidade, faixa de cor entre vermelho e azul, representando o roxo Concenço et al. (2014). Para a saturação, que representa a intensidade da tonalidade, os valores médios situaram-se entre 7,37, 8,70 e 4,45, respectivamente nas safras 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015.

Além das características genéticas intrínsecas a cada cultivar, com variação entre cultivares, há influência do local de cultivo sobre a qualidade do fruto, sendo a cor influenciada pela presença de cera epicuticular que é responsável pela cor azul típica dos frutos, pela presença de antocianinas e o local em que os frutos se desenvolvem (MARO et al., 2014).

CONCLUSÕES

1. O período de floração ocorreu no segundo semestre de julho a setembro, concentrando a colheita nos meses de novembro e dezembro.

2. Os frutos das cultivares avaliadas apresentam características de coloração e atributos físicos e químicos de qualidade compatível com o mirtilo de outras regiões tradicionalmente produtoras.
3. A cultivar mais produtiva em clima subtropical de altitude é Bluegem, seguido da cultivares Climax, Delite e Powderblue.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) a Fundação Araucária pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do projeto e ao IAPAR pela estrutura física e técnica.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, L.E.C.; GONÇALVES, E.D.; RISTOW, N.R. Fenologia, produção e qualidade de frutos de mirtilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.8, p.1011-1015, 2008.
- ANTUNES, L.E.C.; PAGOT, E.; PEREIRA, J.F.M.; TREVISAN, R.; GONÇALVES, E.D.; VIZZOTTO, M. Aspectos técnicos da cultura do mirtilo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.33, n.268, p.38-45, 2012.
- CANTUARIAS-AVILÉS, T.; SILVA, S.R. DA.; MEDINA, R.B.; MORAES, A.F.G.; ALBERTI, M.F. Cultivo do mirtilo: atualizações e desempenho inicial de variedades de baixa exigência em frio no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, p.139-147, 2014.
- CARDEÑOSA, V.; GIRONES-VILAPLANA, A.; MURIEL, J.L.; MORENO, D.A.; MORENO-ROJAS, J.M. Influence of genotype, cultivation system and irrigation regime on antioxidant capacity and selected phenolics of blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). **Food Chemistry**, v.202, p.276-283, 2016.

CONCENÇO, F.I.G. da R.; STRINGHETA, P.C.; RAMOS, A.M.; OLIVEIRA, I.H.T.de.; LEONE, R. de. Caracterização e avaliação das propriedades físico-químicas da polpa, casca e extrato de mirtilo (*Vaccinium myrtillus*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v.8, n.1, p.1177-1187, 2014.

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

DORAIS, M.; GOSSELIN, A.; PAPADOPOULOS, A.P. Greenhouse tomato fruit quality. **Horticultural Reviews**, v.26, p.239-306, 2001.

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

FISCHER, D.L. de O.; FACHINELLO, J.C.; PIANA, C.F. de B.; BIANCHI, V.J.; MACHADO, N.P. Seleção de genótipos de mirtilheiro obtidos a partir de polinização aberta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, n.1, p.221-231, 2014.

GÜNDÜZ, K.; SERÇE, S.; HANCOCK, J.F. Variation among highbush and rabbiteye cultivars of blueberry for fruit quality and phytochemical characteristics. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.38, p.69-79, 2015.

LYRENE, P.M. Weather, climate and blueberry production. In: CHILDERS, N.F.; LYRENE, P.M. **Blueberries for growers, gardeners, promoters**. Florida: E. O. Painter Printing Company, 2006.

MARO, L.A.C.; PIO, R.; GUEDES, M.N.S.; ABREU, C.M.P. de.; MOURA, P.H.A. Environmental and genetic variation in the post-harvest quality of raspberries in subtropical areas in Brazil. **Acta Scientiarum**, Agronomy, v.36, n.3, p.323-328. 2014.

MAYER, N. A.; MATTIUZ, B.; PEREIRA, F.M. Qualidade pós-colheita de pêssegos de cultivares e seleções produzidos na microrregião de Jaboticabal-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.3, p.616-621, 2008.

MORAES, J.O. de.; PERTUZATTI, P.B.; CORREA, F.V.; SALAS-MELLADO, M. de L.M. Estudo do mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) no processamento de produtos alimentícios. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, suppl.1, p.18-22. 2007.

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

NIENOW, A.A.; FLOSS, L.G. Floração de pessegueiros e nectarineiras no Planalto Médio do Rio Grande do Sul, influenciada pelas condições meteorológicas. **Ciência Rural**, v.32, p.931-936, 2002.

PASA, M. da S.; FACHINELLO, J.C.; SCHMITZ, J.D.; FISCHER, D.L. de O.; ROSA JÚNIOR, H.F. da. Desempenho de cultivares de mirtilheiros dos grupos rabbiteye e highbush em função da cobertura de solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, n.1, p.161-169, 2014.

PELEGRINE, D.H.G.; ALVES, G.L.; QUERIDO, A.F.; CARVALHO, J. G. Geleia de mirtilo elaborada com frutas da variedade climax: desenvolvimento e análise dos parâmetros sensoriais. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.14, n.3, p.225-231, 2012.

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**, v.70, p.497-503, 2005.

RODRIGUES, S.A.; GULARTE, M.A.; PEREIRA, E.R.B.; BORGES, C.D.; VENDRUSCULO, C.T. Influência da cultivar nas características físicas, químicas e sensoriais de *topping* de mirtilo. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**. Campinas, 01: 9-29, 2007.

SILVA, F.A.S. Principal Components Analysis in the Sftware Assisat-Statistical Attendance. In: World Congress on Computers In Agriculture, 7, Reno-NV-US; American Society of Agricultural and Engineers. 2009.

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

SOUZA, A.L.K. de.; PEREIRA, R.R.; CAMARGO, S.S.; FISCHER, D.L. de O.; SCHUCH, M.W.; PASA, M. da S.; SCHMITZ, J.D. Produção e qualidade de frutos de mirtilheiros sob diferentes intensidades de poda. **Ciência Rural**, v.44, p.2157-2163, 2014.

STRIK, B.C. Horticultural practices of growing highbush blueberries in the ever-expanding U.S. and global scene. **Journal of the American Pomological Society**, University Park, v.61, p.148-150, 2007.

YU, H.; He, S.; GU, Y.; WANG, C.; WU, W. Introduction of Rabbiteye Blueberries to the Southern Part of China. **Acta Horticulturae**, Leuven, n.715, p. 61-266, 2006.

Tabela 1. Características fenológicas de dez cultivares de mirtilo, em três ciclos produtivos (2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015), cultivados na Lapa, Estado do Paraná.

Cultivar	Floração			Colheita		
	Início	Final	Período de floração (dias)	Início	Final	Período de colheita (dias)
2012/2013						
Aliceblue	01/08	24/08	24	--	--	--
Bluebelle	27/07	17/08	22	07/12	07/12	01
Bluegem	01/08	24/08	24	07/12	20/12	14
Briteblue	01/08	24/08	24	20/12	20/12	01
Clímax	20/07	17/08	29	07/12	14/12	08
Delite	17/08	06/09	21	07/12	14/12	08
Georgiagem	20/07	17/08	29	07/12	07/12	01
O'Neal	04/07	01/08	29	--	--	--
Powderblue	01/08	24/08	24	07/12	20/12	14
Woodard	01/08	24/08	24	07/12	14/12	08
2013/2014						
Aliceblue	13/08	10/09	28	--	--	--
Bluebelle	27/08	24/09	28	12/12	19/12	07
Bluegem	27/08	01/10	35	21/11	09/01	50
Briteblue	27/08	24/09	28	12/12	09/01	29
Clímax	27/08	01/10	35	05/12	02/01	29
Delite	20/08	17/09	28	--	--	--
Georgiagem	13/08	10/09	28	--	--	--
O'Neal	13/08	10/09	28	--	--	--
Powderblue	13/08	10/09	28	12/12	02/01	22
Woodard	13/08	10/09	28	05/12	02/01	29
2014/2015						
Aliceblue	12/08	09/09	28	20/11	20/11	01
Bluebelle	22/07	19/08	28	20/11	27/11	07
Bluegem	05/08	09/09	35	20/11	06/01	47
Briteblue	15/07	19/08	35	04/11	11/12	37
Clímax	05/08	09/09	35	20/11	18/12	28
Delite	12/08	16/09	35	27/11	26/12	29
Georgiagem	05/08	02/09	28	20/11	04/12	14
O'Neal	29/07	26/08	28	13/11	11/12	28
Powderblue	29/07	02/09	35	27/11	18/12	21
Woodard	29/07	02/09	35	20/11	11/12	21

Tabela 2. Características climáticas nos anos de 2012, 2013 e 2014 na Lapa, PR, Brasil⁽¹⁾.

CARACTERÍSTICAS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2012												
Temp. Máxima (°C)	27,04	29,36	27,38	24,59	20,58	18,24	19,34	24,02	25,03	26,14	26,15	29,52
Temp. Média (°C)	19,68	21,75	19,62	17,79	14,70	13,46	13,12	16,15	16,53	18,74	19,05	22,11
Temp. Mínima (°C)	11,40	14,60	6,50	6,60	2,70	4,90	2,00	7,40	1,20	10,00	10,50	15,40
Precipitação (mm)	361,40	136,60	52,20	249,80	67,00	270,60	122,60	7,00	72,60	173,80	72,20	124,20
Horas de frio (<7,2°C)	0	0	0	0	10	26	78	0	25	0	0	0
2013												
Temp. Máxima (°C)	27,05	27,28	25,28	24,80	22,23	18,77	18,42	20,65	21,60	23,75	24,69	27,15
Temp. Média (°C)	19,74	20,52	18,92	17,15	15,53	13,43	12,18	13,67	15,39	17,20	18,55	20,62
Temp. Mínima (°C)	14,85	16,58	14,66	11,65	10,43	10,41	7,06	7,89	10,59	12,47	13,88	16,07
Precipitação (mm)	62,50	290,60	185,40	56,00	105,00	313,60	140,20	49,60	190,60	95,60	110,40	62,60
Horas de frio (<7,2°C)	0	0	0	0	38	11	106	93	29	0	0	0
2014												
Temp. Máxima (°C)	28,68	28,62	26,36	23,32	20,80	19,64	19,22	21,85	22,59	26,27	25,94	26,53
Temp. Média (°C)	21,70	21,79	20,07	17,97	15,24	14,46	13,47	14,81	16,71	18,92	19,24	20,42
Temp. Mínima (°C)	17,18	17,28	16,25	14,60	11,28	10,72	9,06	9,15	12,58	13,93	14,99	16,27
Precipitação (mm)	192,00	129,80	139,60	43,20	97,80	320,40	32,20	63,60	208,40	64,80	173,00	226,20
Horas de frio (<7,2°C)	0	0	0	0	0	39	63	49	0	0	0	0

⁽¹⁾Fonte: SIMEPAR**Tabela 3.** Produção, massa fresca (MF), tamanho (mm), pH, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e *ratio* de frutos de mirtilheiros safra 2012/2013 na Lapa estado do Paraná⁽¹⁾.

Cultivar	Produção (g.pl ⁻¹)	MF (g)	Tamanho (mm)	pH	SS (°Brix)	AT (% ác. cítrico)	Ratio (ST/AT)
Aliceblue	--	--	--	--	--	--	--
Bluebelle	2,59e	0,37d	8,44d	3,08a	3,27d	0,74d	4,39e
Bluegem	27,78a	1,19a	13,10a	2,94b	11,85b	0,74d	15,91a
Briteblue	2,66e	1,00b	12,68a	2,97a	12,37b	0,75d	16,48a
Clímax	7,78d	0,96b	12,36a	3,02a	10,92c	0,82c	13,19c
Delite	11,69c	1,08a	12,60a	2,85c	13,75a	0,97b	14,09b
Georgiagem	2,67e	0,74c	11,44b	2,93b	10,87c	0,86c	12,59c
O'Neal	--	--	--	--	--	--	--
Powderblue	23,77b	0,71c	10,36c	2,80c	11,90b	1,09a	10,87d
Woodard	9,09d	0,67c	10,67c	2,91b	14,26a	1,12a	12,71c
Médias	11,00	0,84	11,46	2,94	11,15	0,89	12,53
CV(%)	9,33	9,03	4,34	2,14	4,24	3,62	6,35

⁽¹⁾Médias seguidas por letra iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$)

Tabela 4. Produção, massa fresca (MF), tamanho (mm), pH, teor de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e *ratio* de frutos de mirtilheiros na safra 2013/2014 na Lapa, Estado do Paraná⁽¹⁾.

Cultivar	Produção (g.pl ⁻¹)	MF (g)	Tamanho (mm)	pH	ST (°Brix)	AT (% ác. cítrico)	Ratio (ST/AT)
Aliceblue	--	--	--	--	--	--	--
Bluebelle	63,85b	1,33b	13,65a	3,27a	10,25d	0,80b	12,73b
Bluegem	360,82a	1,49a	13,61a	3,11c	11,62b	0,80b	14,42a
Briteblue	42,29b	1,28b	13,54a	3,30a	11,67b	0,90a	12,97b
Clímax	60,73b	1,49a	14,03a	3,17b	11,02c	0,75b	14,85a
Delite	--	--	--	--	--	--	--
Georgiagem	--	--	--	--	--	--	--
O'Neal	--	--	--	--	--	--	--
Powderblue	48,03b	1,25b	13,06a	3,22a	12,30a	0,84b	14,48a
Woodard	58,09b	1,33b	13,41a	3,05c	11,27b	0,98a	11,42b
Médias	105,63	1,36	13,55	3,19	11,35	0,85	13,48
CV(%)	13,93	10,27	3,65	1,46	4,08	6,94	8,15

⁽¹⁾ Médias seguidas por letra iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$)

Tabela 5. Produção, massa do fruto (MF), Tamanho (mm), pH, sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e *ratio* de frutos de mirtilheiros safra 2014/2015, na Lapa, Estado do Paraná⁽¹⁾.

Cultivar	Produção (g.pl ⁻¹)	MF (g)	Tamanho (mm)	pH	SS (°Brix)	AT (% ác. cítrico)	Ratio (SS/AT)
Aliceblue	19,22f	1,67b	14,30a	2,77c	10,70b	0,76b	14,17c
Bluebelle	109,89e	1,64b	15,25a	2,60d	10,50b	1,14a	9,24d
Bluegem	1215,32a	1,66b	14,33a	2,82c	12,75a	0,61c	20,65b
Briteblue	85,88e	1,71b	14,24a	3,04b	12,45a	0,79b	15,74c
Clímax	685,96b	1,66b	13,91a	2,89c	12,75a	0,72b	18,26b
Delite	586,62c	1,60b	13,83a	2,79c	12,65a	0,84b	14,94c
Georgiagem	65,41f	1,48c	14,13a	2,80c	12,65a	0,71b	17,73b
O'Neal	31,71f	2,07a	12,40a	3,32a	12,00a	0,45d	26,17a
Powderblue	528,92d	1,49c	13,65a	2,90c	12,20a	0,71b	16,99b
Woodard	125,42e	1,52c	14,21a	2,68d	12,97a	1,17a	11,08d
Médias	345,43	1,65	14,02	2,86	12,16	0,79	16,50
CV(%)	8,61	4,26	6,82	2,83	6,48	8,63	12,52

⁽¹⁾ Médias seguidas por letra iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$)

Tabela 6. Coordenadas de cor (L*, a*, b*), tonalidade (hue) e saturação (chroma) de frutos de mirtilheiros, safra 2012/2013, na Lapa, Estado do Paraná⁽¹⁾.

Cultivar	Coordenadas de cor			Tonalidade	Saturação
	L*	a*	b*	Hue ⁽²⁾	Chroma
Aliceblue	--	--	--	--	--
Bluebelle	27,50d	3,16b	-4,52b	-0,94a	5,59d
Bluegem	31,09c	3,34b	-6,23a	-1,07a	7,10c
Briteblue	35,91a	7,59a	-5,47b	-0,68a	10,14a
Clímax	29,72c	4,88b	-4,52b	-0,75a	6,75c
Delite	32,97b	4,22b	-6,23a	-0,97a	7,63b
Georgiagem	33,78b	3,03b	-7,50a	-1,18a	8,14b
O'Neal	--	--	--	--	--
Powderblue	36,26a	4,48b	-6,85a	-0,99a	8,23b
Woodard	28,51d	3,61b	-3,88b	-0,83a	5,35d
Médias	31,97	4,29	-5,65	-0,93	7,37
CV(%)	4,78	38,50	23,46	23,67	13,10

⁽¹⁾ Médias seguidas por letra iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$)

⁽²⁾ Expresso em radianos.

Tabela 7. Coordenadas de cor (L*, a*, b*), tonalidade (hue) e saturação (chroma) de frutos de mirtilheiros, safra 2013/2014, na Lapa, Estado do Paraná⁽¹⁾.

Cultivar	Coordenadas de cor			Tonalidade	Saturação
	L*	a*	b*	Hue	Chroma
Aliceblue	--	--	--	--	--
Bluebelle	32,54b	4,69a	-6,38c	-0,94b	7,98b
Bluegem	33,90b	3,13b	-8,33b	-1,21a	8,90b
Briteblue	32,47b	3,09b	-7,88b	-1,19a	8,48b
Clímax	29,75c	3,43b	-7,19c	-1,12a	7,97b
Delite	--	--	--	--	--
Georgiagem	--	--	--	--	--
O'Neal	--	--	--	--	--
Powderblue	38,37a	3,21b	-9,69a	-1,24a	10,21a
Woodard	32,91b	3,66b	-7,82b	-1,13a	8,64b
Médias	33,32	3,53	-7,88	-1,14	8,70
CV(%)	3,12	16,03	8,32	5,98	7,44

⁽¹⁾ Médias seguidas por letra iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$)

Tabela 8. Coordenadas de cor (L*, a*, b*), tonalidade (hue) e saturação (chroma) de frutos de mirtilheiros, safra 2014/2015, na Lapa, Estado do Paraná⁽¹⁾.

Cultivar	Coordenadas de cor			Tonalidade	Saturação
	L*	a* ^(*)	b*	Hue (rad)	Chroma
Aliceblue	32,43c	1,32a	-5,19a	-1,50a	5,21b
Bluebelle	36,98a	1,37a	-5,61a	-1,27a	6,50a
Bluegem	35,24b	1,07b	-4,94a	-1,40a	5,02b
Briteblue	32,09c	0,92b	-3,87b	-1,20a	4,18c
Clímax	31,11c	1,07b	-3,41b	-1,32a	3,51d
Delite	33,37c	1,52a	-4,26a	-1,47a	4,29c
Georgiagem	30,67c	1,14b	-2,50b	-1,12a	2,80d
O'Neal	32,15c	1,05b	-4,26a	-1,35a	4,38c
Powderblue	34,06b	1,08b	-4,35a	-1,33a	4,55c
Woodard	34,31b	0,86b	-3,17b	-1,00a	4,06c
Médias	33,24	1,14	-4,16	-1,29	4,45
CV(%)	4,37	24,63	23,45	20,49	16,42

⁽¹⁾ Médias seguidas por letra iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

(rad) = radianos

(*) = transformado ($x = \sqrt{x}$)

5. FENOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DE MIRTILO PRODUZIDO EM CLIMA SUBTROPICAL ÚMIDO

RESUMO - Para a recomendação de novas cultivares são necessários estudos quanto à adaptação no local de cultivo. Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento fenológico, a produtividade e a qualidade de frutos de oito cultivares de mirtilheiro do grupo rabbiteye (Alicebblue, Bluebelle, Bluegem, Briteblue, Climax, Delite, Powderblue e Woodard) e duas do grupo highbush (Georgiagem e O'Neal) em condições de clima subtropical úmido nos ciclos de 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015. Foram avaliadas as datas de início e final de floração, início e final de colheita, frutificação efetiva, produção, massa, tamanho, pH, teor de sólidos solúveis, acidez titulável, *ratio* e coloração. As cultivares avaliadas apresentaram floração no período de julho a setembro, concentrando a colheita nos meses de novembro e dezembro. As maiores frutificações efetivas foram observadas nas cultivares Delite, Climax, Briteblue e Powderblue. Houve diferenças entre as cultivares quanto a massa do fruto, tamanho, pH, teor de sólidos solúveis e acidez. Os resultados demonstraram que as cultivares em estudo exibiram coloração azul com poucas variações ao longo dos anos de avaliação. As cultivares com melhor desempenho produtivo em condições de clima subtropical úmido são Bluegem, Delite, Climax e Powderblue.

Termos para indexação: *Vaccinium* sp., florescimento, frutificação, qualidade de frutos.

ABSTRACT – Studies about adaptation in the cultivation area are necessary for recommendation of new cultivars. This study aimed to evaluate the phenological behavior, yield and fruit quality of eight rabbiteye blueberry cultivars (Alicebblue, Bluebelle, Bluegem, Briteblue, Climax, Delite, Powderblue and Woodard) and two highbush cultivars (Georgiagem and O'Neal) in humid subtropical climate in cycles 2012/2013, 2013/2014, and 2014/2015. Start and end dates of flowering and harvest, the fruit set, yield, mass, size, pH, soluble solids, titratable acidity, ratio and color were evaluated. The cultivars had flowering from July to September, focusing harvest in November and December. The highest fruit sets were observed in Delite cultivars, Climax, Briteblue and Powderblue. There were differences among cultivars for the fruit mass, size, pH, soluble solids and acidity. The results showed that the cultivars studied exhibited blue color with little variation over the years of

assessment. The cultivars with better growth performance in conditions in humid subtropical climate are Bluegem, Delite, Climax and Powderblue.

Index terms: *Vaccinium* sp., flowering, fruiting, fruit quality.

INTRODUÇÃO

O mirtilheiro (*Vaccinium* spp) é uma espécie frutífera originária de regiões da América do Norte, onde é muito apreciado pelo seu sabor e suas propriedades funcionais. O interesse mundial pelo cultivo se deve a alta rentabilidade e elevada capacidade antioxidante, pela presença de compostos fenólicos, principalmente antocianinas, flavonóides e derivados do ácido cinâmico (CARDEÑOSA et al., 2016; KALT et al., 2007).

O mirtilo é um fruto que tem sido alvo de muita atenção devido ao papel positivo na saúde humana e na prevenção de certas patologias. Esses efeitos protetores têm sido genericamente atribuídos à ampla gama de polifenóis presentes no fruto, que são responsáveis pela elevada capacidade de eliminação de radicais livres. Ao mirtilo são atribuídas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias (KARLSEN et al., 2007; BROWNMILLER et al., 2008).

No duas últimas décadas, tem havido um aumento acentuado na área plantada com mirtilo, isto é principalmente devido a uma maior procura de frutas devido aos benefícios para a saúde humana provocada pelo consumo regular deste fruto (especialmente como produto fresco), bem como uma maior disponibilidade de material genético, o que ampliou as zonas geográficas em que esta cultura é cultivada comercialmente.

A produção de mirtilos tem aumentado consideravelmente nos últimos anos, entre 1998 e 2011 a produção mundial de mirtilos aumentou significativamente de 143.704 para 467.048 toneladas. Na América do Sul houve um incremento de 478% na área plantada com mirtilo no período de 2003-2008. O Chile é o país que tem a maior proporção da área plantada e o maior volume exportado no hemisfério Sul (RETAMALES et al., 2015).

Atualmente, a produção comercial de mirtilos ocorre principalmente na América do Norte (Estados Unidos e Canadá), na Europa (Polônia, Alemanha) e também em países do Hemisfério Sul como Argentina, Uruguai, Austrália e o Chile, que tem a maior área mundial plantada com mirtilos e produção na entressafra europeia e norte-americana, tornando-se o maior exportador mundial desses frutos (RETAMALES et al., 2014).

No Brasil, foi introduzido na década de 80, sendo cultivado em aproximadamente 400 ha, principalmente nos estados do Rio Grande do Sul, região onde foi introduzido, e Santa

Catarina, com menor área em São Paulo, Minas Gerais e Paraná. A maioria das cultivares plantadas pertencem ao grupo rabbiteye, que exige menos frio que os mirtilheiros do grupo highbush, mais não produzem adequadamente com menos de 200 horas de frio (CANTURIAS-AVILÉS et al., 2014).

As cultivares introduzidas no Brasil necessitam de estudos sobre sua adaptação nas diferentes regiões, que apresentam comportamento edafoclimático diferente. Não existem cultivares nacionais adaptadas as nossas condições de clima e solo, sendo recente o trabalho de melhoramento dessa espécie (FISCHER et al., 2014).

Para NeSmith (2006b) as épocas de floração e maturação podem variar, conforme o ano e o local. NeSmith (2006a) concluiu que dependendo da cultivar, do acúmulo de horas de frio do local e do ano de avaliação, o período de florescimento do mirtilheiro pode variar em até 24 dias. Se o acúmulo de horas de frio hibernal for insuficiente, a depender da necessidade da cultivar, pode-se ter como consequência a brotação e o florescimento deficientes e, conseqüentemente, a reduzida produção (ANTUNES et al., 2008).

A escolha das cultivares, em razão das fenofases é importante para determinar quais cultivares são mais adaptadas às condições edafoclimáticas locais, além de proporcionar o escalonamento da produção, o aumento do período de oferta de frutos ao mercado e a adaptação das tecnologias disponíveis àquela cultivar e região (SILVA et al., 2006).

É necessária evolução tecnológica que incorpore técnicas e práticas culturais mais produtivas, aliadas ao respeito ao ambiente. A recomendação de cultivares de mirtilheiro adaptadas as condições de clima subtropical úmido representa uma alternativa para a diversificação de espécies frutíferas e uma nova fonte de renda para os pequenos produtores, em particular para a agricultura familiar, que possibilitará maiores ganhos pela ampliação da produção de frutas durante o ano.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento fenológico, a produtividade e a qualidade de frutos de cultivares de mirtilheiro do grupo rabbiteye e highbush em condição de clima subtropical úmido

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em três ciclos produtivos: 2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015 na coleção de mirtilheiros instalada na Estação Experimental do Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR localizada no município de Cerro Azul-PR, Vale do Ribeira,

nas coordenadas 24°53'S e 49°14'W e 659 metros de altitude, cujo clima, segundo classificação climática de Köppen (Cfa), é subtropical úmido.

O solo possuía as seguintes características: pH CaCl₂ = 4,0; Al⁺³ = 5,8 cmol_c.dm⁻³; H⁺+Al⁺³ = 14,7 cmol_c.dm⁻³; Ca⁺² = 0,85 cmol_c.dm⁻³; Mg⁺² = 1,15 cmol_c.dm⁻³; K⁺ = 0,15 cmol_c.dm⁻³; P = 2,4 mg.dm⁻³; C = 25,35 g.dm⁻³ e saturação de bases = 12,75%.

A coleção foi composta pelas cultivares: Aliceblue, Bluebelle, Bluegem, Briteblue, Climax, Delite, Powderblue e Woodard do grupo Rabbiteye e Georgiagem e O'Neal do grupo Highbush. Foram dispostas em blocos ao acaso com quatro repetições e dez plantas por parcela. As mudas, obtidas por estaquia, foram adquiridas em Pelotas/RS de viveirista credenciado junto ao Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento – MAPA. O plantio foi realizado em setembro de 2011 no espaçamento de 3 m entre linhas e 0,7 m entre plantas e manejado com sistema de irrigação por gotejamento.

As avaliações fenológicas foram realizadas de acordo com a descrição dos estádios de desenvolvimento de gema (Lyrene, 2006), nas datas de início da floração (mais de 5% das flores abertas), fim da floração (90% das flores abertas), início e final da colheita.

As variáveis relacionadas à produção e caracterização da qualidade de frutos foram avaliadas no Laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo do Setor de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Paraná - UFPR.

Os frutos foram colhidos no estágio de maturação completa (Childers & Lyrene, 2006) em cada tratamento, para as avaliações de: produção média por planta (g planta⁻¹), massa fresca do fruto (g); tamanho dos frutos (mm), potencial hidrogeniônico (pH), teor de sólidos solúveis totais, acidez titulável e coloração da epiderme.

Os frutos foram homogeneizados dentro de cada tratamento e selecionados quanto à sanidade e ausência de injúrias e defeitos para retirada das amostras. Após a seleção a amostra foi dividida em quatro partes de 36 frutos, escolhidos ao acaso, as quais constituíram as repetições.

O teor de sólidos solúveis medido em °Brix, por meio de refratômetro, com leitura direta após adição de uma gota do suco do fruto sobre o prisma do aparelho. A acidez, expressa em porcentagem de ácido cítrico, foi determinada por titulometria de neutralização segundo metodologia descrita por Reyes-Carmona (2005).

A coloração da epiderme dos frutos foi determinada por colorimetria, empregando-se a escala CIELAB, com leitura direta dos valores de **L*** (luminosidade), **a*** (contribuição do vermelho) e **b*** (contribuição do amarelo). O ângulo de tonalidade cromática hue (**h***) e a

saturação de cor, chroma (C^*) foram calculados a partir dos valores de a^* e b^* , conforme as equações: $h^* = \arctang(b^*/a^*)$ e $C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$.

A frutificação efetiva (FE) foi avaliada no ano de 2014 com a seleção de quatro plantas por cultivar e a marcação de dois ramos produtivos por planta. A avaliação foi determinada através da quantificação do número de flores e posterior contagem dos frutos por ramo e emprego da fórmula: $FE (\%) = (n^\circ \text{ de frutos formados} / n^\circ \text{ de flores}) \times 100$.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos casualizado com quatro repetições, dez plantas por parcela e quatro plantas úteis. Os dados submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, pelo programa Assistat Versão 7.6 (SILVA, 2009).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O período de florescimento variou entre as cultivares e os anos. Em 2012/2013 a floração das cultivares iniciou no final do mês de julho e terminou em agosto, com período de florescimento variando de 21 a 23 dias. No ciclo 2013/2014 o período de florescimento variou de 35 a 53 dias, com início no começo de julho e término na segunda semana de setembro. Em 2014/2015 a floração ocorreu entre a segunda semana de julho e terminou no segundo dia do mês de outubro, com período de florescimento variando de 29 a 43 dias (Tabela 1).

O floração mais precoce no segundo ciclo pode ser devido ao maior acúmulo de horas de frio abaixo de 7,2 °C (Tabela 2), pois para Nienow & Floss (2002) a época de floração é alterada pelo maior ou menor acúmulo de horas de frio durante o outono/inverno para superação da endodormência, bem como pela elevação mais cedo ou mais tarde da temperatura para superação da ecodormência. As datas de floração das cultivares estudadas em Cerro Azul-PR foram semelhantes as encontradas na região de Pelotas-RS (ANTUNES et al., 2008).

A época de florescimento variou entre os anos, sendo maior durante o ano de 2013, quando ocorreram temperaturas mais baixas durante o florescimento, nos meses de julho e agosto, atingindo nas cultivares Bluebelle, Climax e Woodard o maior período de florescimento, 53 dias (Tabela 1). A diferença apresentada pelas cultivares pode ser consequência de fatores intrínsecos à própria adaptação, como a necessidade de baixas temperaturas e variações climáticas locais. A região de Cerro Azul se caracteriza por temperaturas elevadas na maior parte do ano, inclusive durante o inverno. Em 2013 foram registradas as menores temperaturas, sendo agosto o mês mais frio, quando a média das

temperaturas mínimas foi de 10,0 °C (Tabela 2). Esse comportamento climático pode ter sido uma das razões da produção inexpressiva das cultivares Georgiagem e O’Neal, ambas pertencentes ao grupo Southern Highbush, mais exigente em frio que o grupo Rabbiteye, que engloba as demais cultivares avaliadas. Na região de Alapaha – GA (EUA), onde mirtilos do grupo Rabbiteye apresentam boa produtividade, foi observada uma média de 680 horas de frio abaixo de 7,2 °C durante um período avaliado de 6 anos (NESMITH, 2006b).

O período de colheita apresentou variação entre as cultivares e os anos, com uma concentração de dezembro a janeiro no ciclo 2012/2013 e de novembro a janeiro nos ciclos 2013/2014 e 2014/2015 (Tabela 1). O período de colheita das cultivares avaliadas em Cerro Azul-PR foram semelhantes ao encontrado na região de Pelotas-RS por Antunes et al. (2008).

A concentração da colheita no mês de dezembro é favorável ao abastecimento do mercado interno, uma vez que a oferta de frutos se dá no mês das festas natalinas, época em que ocorre grande procura pelos mesmos. Aliado a este fato, a colheita em dezembro é particularmente importante em Cerro Azul, pois já terminou a colheita da principal fruta da região, a tangerina ‘Ponkan’, evitando assim a competição por mão de obra nas propriedades rurais.

A frutificação efetiva, avaliada no ano de 2014, variou de 42,51% a 69,39% (Tabela 3). Esses valores são semelhante aos encontrado por Silveira et al. (2010) na avaliação da frutificação efetiva em plantas de mirtilheiros da seleção avançada do programa de melhoramento genético vegetal da Embrapa Clima Temperado, Pelotas/RS.

A baixa frutificação efetiva da cultivar O’Neal (43,90%), que frutifica preferencialmente na presença de um polinizador biótico, pode ser justificada pelo fato que a polinização foi realizada somente por agentes polinizadores nativos. Outro fator que pode ter contribuído para reduzir a frutificação efetiva das cultivares foi o dano causado pela ocorrência de *Trigona spinipes* no período do florescimento. Estudos realizados por Silveira et al. (2010) com mirtilo também obtiveram valores de 33% para frutificação efetiva nas plantas danificadas por este inseto.

A produção foi baixa no primeiro ciclo, quando as cultivares apresentaram em média 64,13 g pl⁻¹. No segundo e terceiro ciclo a diferença entre as cultivares foi bem marcante, com destaque para a cultivar Bluegem que foi a mais produtiva atingindo 1091,94 g pl⁻¹. As cultivares Aliceblue e O’Neal não produziram no primeiro ciclo e foram as menos produtivas no terceiro ciclo avaliado (Tabela 3). As cultivares Delite e Powderblue se destacaram pela boa produção nos três anos de avaliação. A cultivar Climax foi a terceira mais produtiva no

ciclo 2014/2015, com uma produção de 0,59 kg por planta, apesar de ser uma produção ainda muito inferior a obtida em regiões mais frias, como em Alapaha, Georgia, onde a produção média de 5 anos foi de 3,4 kg por planta (NESMITH, 2006b).

As médias de massa fresca e diâmetro equatorial dos frutos diferiram entre as cultivares, evidenciando uma tendência de frutos maiores em cultivares menos produtivas, como se pôde observar na cultivar Briteblue, que apresentou no ciclo 2014/2015 a maior massa (2,26 g) e o maior tamanho de fruto (15,65 mm) (Tabela 3). Fica evidente a relação direta entre fonte e dreno, em que a maior disponibilidade de fotoassimilados aos frutos pode ocasionar o aumento do seu tamanho (DORAIS et al., 2001). Na prática se comercializam frutos *in natura* com diâmetro superior a 9 mm.

As características químicas avaliadas diferiram entre as cultivares com variações entre os anos avaliados (Tabela 4). As determinações do pH, do teor de sólidos solúveis e acidez contribuem para a suposição da aceitabilidade dos frutos e foram diferentes entre as cultivares e os anos avaliados. A variabilidade de resposta do mirtilheiro dependendo do ano também foi observada em diversos experimentos com cultivares do grupo highbush e rabbiteye nos Estados Unidos (GÜNDÜZ et al., 2015).

Os valores de pH encontrado para todas as cultivares avaliadas (2,91; 3,08; 2,85) foram inferiores aos relatados por Sousa et al. (2006) no levantamento de fatores de qualidade em cultivares de mirtilo americano em Portugal.

Quanto ao teor de sólidos solúveis, houve diferença entre as cultivares avaliadas, cujas médias de 11,01 a 13,61 °Brix (Tabela 4) são superiores aos teores de 10,51 °Brix encontrado por Sousa et al. (2006) e está dentro da faixa de 12,4 a 14,5 °Brix encontrado por Fischer et al. (2014) na seleção de genótipos de mirtilheiro com maiores teores de SS entre progênies e semelhantes a 13,20 °Brix determinado por Antunes et al. (2008) na avaliação da qualidade de frutos de oito cultivares de mirtilo na região de Pelotas, RS.

A média de 13 °Brix obtida pela cultivar Bluegem nos três ciclos avaliados é superior aos teores de 11,7 °Brix determinado por Brackmann et al. (2010) em Santa Maria-RS e semelhante ao resultado de 13,51 °Brix obtido por Antunes et al. (2008) para a mesma cultivar na região de Pelotas-RS.

O *ratio*, indicador utilizado para determinar o estágio de maturação determinando o balanço do sabor doce:ácido, foi crescente ao longo dos anos, atingindo 16,94 na terceira safra. Esses resultados estão relacionados a baixa acidez observada em todas as cultivares à partir da segunda safra, médias de 0,73, em relação ao índice de 1,63 obtido na primeira safra.

O pH e acidez da polpa da fruta são parâmetros utilizados para indicar a qualidade dos frutos e refletem o estágio de maturação dos mesmos (SANTANA et al., 2004).

As coordenadas cromáticas L^* ; a^* ; b^* revelaram diferença entre as cultivares nos ciclos 2012/2013 e 2014/2015 e nenhuma diferença no ciclo 2013/2014 (Tabela 5).

Os resultados da luminosidade (L^*) dos frutos, média de 32,54 nos três ciclos avaliados (Tabela 5), indicam que os frutos de mirtilo analisados apresentaram pouca luminosidade. A baixa luminosidade pode ser consequência da perda da pruína, cera que recobre os frutos quando maduros que confere um aspecto mais brilhante aos frutos (CANTURIAS-AVILÉS et al., 2014). Os valores médios de luminosidade (L^*) de 36,55 obtido na cultivar Bluegem, nas três safras avaliadas, são semelhante ao encontrado por Concenço et al. (2014) na mesma cultivar produzida no município de Antônio Carlos/MG.

Em relação à coordenada a^* , que quantifica a variação das cores verde ($a^* < 0$) para o vermelho ($a^* > 0$) não foi observado diferenças no segundo ano de avaliação. Os valores negativos da coordenada b^* indicam a coloração azulada dos frutos de mirtilo, não sendo verificada diferença entre as cultivares em estudo (Tabela 5).

A tonalidade (h^*) é uma grandeza que caracteriza a qualidade da cor, como vermelho, verde e azul, por exemplo, permitindo que elas sejam diferenciadas. Foi a coordenada em que se verificaram modificações mais modestas, com médias consideradas não relevantes, de -1,20, -1,04 e -1,21 ao longo dos três anos de avaliações. A saturação (C^*), também chamada de pureza, descreve a intensidade ou quantidade de uma tonalidade. Houve pouca variação entre os valores médios da saturação nos dois primeiros anos avaliados e uma acentuada redução no terceiro ano, média de 4,39. O maior valor de C^* e o menor valor de h^* representam uma cor mais intensa dos frutos (Tabela 6).

A cor é influenciada pela presença de cera epicuticular que é responsável pela cor azul típica dos frutos. A cor da epiderme e da polpa é conferida pela presença de antocianinas. Além das características genéticas intrínsecas a cada cultivar, o meio ambiente em que os frutos se desenvolvem também afeta sua coloração (SOUSA et al., 2007).

CONCLUSÕES

1. As cultivares avaliadas no presente estudo apresentam floração entre julho e setembro, e colheita no período de novembro a janeiro.

2. Os frutos das cultivares avaliadas apresentam características de coloração e atributos físicos e químicos de qualidade compatível com o mirtilo de outras regiões tradicionalmente produtoras.
3. Em condições de clima subtropical úmido a cultivar de mirtilheiro que apresenta melhor desempenho produtivo é Bluegem, seguida de Delite, Climax e Powderblue.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e Fundação Araucária pelo apoio financeiro para o desenvolvimento do projeto e ao IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná) pela estrutura física e técnica.

REFERÊNCIAS

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

BRACKMANN, A.; WEBER, A.; GIEHLS, R.F.H.; EISERMANN, A.C.; SAUTTER, C.K.; GONÇALVES, E.D.; ANTUNES, L.E.C. Armazenamento de mirtilo 'Bluegem' em atmosfera controlada e refrigerada com absorção e inibição de etileno. **Revista Ceres**, Viçosa, v.57, n.1, p.06-11, 2010.

BROWNMILLER, C., HOWARD, L. R.; PRIOR, R. L. Processing and storage effects on monomeric anthocyanins, percent polymeric color, and antioxidant capacity of processed blueberry products. **Journal of Food Science**, v.73, n.5, p.72-79, 2008.

CANTUARIAS-AVILES, T.; SILVA, S.R. da.; MEDINA, R.B.; MORAES, A.F.G.; ALBERTI, M.F. Cultivo do mirtilo: atualizações e desempenho inicial de variedades de baixa exigência em frio no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.36, n.1, p. 139-147, 2014.

CARDENOSA, V.; GIRONES-VILAPLANA, A.; MURIEL, J.L.; MORENO, D.A.; MORENO-ROJAS, J.M. Influence of genotype, cultivation system and irrigation regime on

antioxidant capacity and selected phenolics of blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). **Food Chemistry**, v.202, p.276-283, 2016.

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

CONCENÇO, F.I.G. da R.; STRINGHETA, P.C.; RAMOS, A.M.; OLIVEIRA, I.H.T.de.; LEONE, R. de. Caracterização e avaliação das propriedades físico-químicas da polpa, casca e extrato de mirtilo (*Vaccinium myrtillus*). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Ponta Grossa, v.8, n.1, p.1177-1187, 2014.

DORAIS M; GOSSELIN A; PAPADOPOULOS A.P. Greenhouse tomato fruit quality. **Horticultural Reviews**. v.26, p.239-306, 2001.

FISCHER, D.L. de O.; FACHINELLO, J.C.; PIANA, C.F. de B.; BIANCHI, V.J.; MACHADO, N.P. Seleção de genótipos de mirtilheiro obtidos a partir de polinização aberta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, n.1, p.221-231, 2014.

GÜNDÜZ, K.; SERÇE, S.; HANCOCK, J.F. Variation among highbush and rabbiteye cultivars of blueberry for fruit quality and phytochemical characteristics. **Journal of Food Composition and Analysis**, v.38, p.69-79, 2015.

KALT, W.; JOSEPH, J.A.; SHUKITT-HALE, B. Blueberries and human health: a review of current research. **Journal of the American Pomological Society**, v.61, p.151-160, 2007.

KARLSEN, A.; RETTERSTOL, L; LAAKE, P; PAUR, I; BOHN, S.K; SANDVIK, L; BLOMHOFF, R. Anthocyanins inhibit nuclear factor-kappaB activation in monocytes and reduce plasma concentrations of proinflammatory mediators in healthy adults. **Journal Nutrition**, v.137, p.1951-1954, 2007.

LYRENE, P.M. Weather, climate and blueberry production. In: CHILDERS, N.F.; LYRENE, P.M. **Blueberries for growers, gardeners, promoters**. Florida: E. O. Painter Printing Company, 2006.

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

NESMITH, D.S. Performance of old and new rabbiteye blueberry from the University of Georgia breeding program. **Acta Horticulturae**, n. 715, p. 133-136, 2006b.

NIENOW, A.A.; FLOSS, L.G. Floração de pessegueiros e nectarineiras no Planalto Médio do Rio Grande do Sul, influenciada pelas condições meteorológicas. **Ciência Rural**, v.32, p.931-936, 2002.

RETAMALES, J.B.; PALMA, M. J.; MORALES, Y. A.; LOBOS, G. A.; MOGGIA, C.E.; MENA, C.A. Blueberry production in Chile: current status and future developments. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 36, 58-67, 2014.

RETAMALES, J.B.; MENA, C.; LOBOS, G.; MORALES, Y. A regression analysis on factors affecting yield of highbush blueberries. **Scientia Horticulturae**, v.186 p.7-14. 2015.

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**. v. 70, p. 497-503, 2005.

SANTANA, L.R.R., MATSUURA, F.C.A.U.; CARDOSO, R.L. Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya* L.): avaliação sensorial e físico-química dos frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, p.217-222, 2004.

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

SILVA, F.A.S. Principal Components Analysis in the Sftware Assistat-Statistical Attendance. In: **World Congress On Computers In Agriculture**, 7, Reno-NV-USA; American Society of Agricultural and Engineers, 2009.

SILVEIRA, T.M.T. da.; RASEIRA, M. do C.B.; NAVA, D.E.; COUTO, M. Influência do dano da abelha-irapuá em flores de mirtilheiro sobre a frutificação efetiva e as frutas produzidas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.1, p.303-307, 2010.

SOUSA, M.B., CURADO, T., LAVADINHO, C.; MOLDÃO-MARTINS, M. A survey of Quality Factors in Highbush and Rabbiteye Blueberry cultivars in Portugal. **Acta Horticulturae**, n.715, p.567-572, 2006.

SOUSA, C.M.M.; SILVA, H.R.; VIEIRA-JR, G.M.; AYRES, M.C.C.; COSTA, C.L.S.; ARAÚJO, D.S.; CAVALCANTE, L.C.D.; BARROS, E.D.S.; ARAÚJO, P.B.M.; BRANDÃO, M.S.; HAVES, M.H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Quimica Nova**, v.30, n.2, p.351-355, 2007.

Tabela 1. Características fenológicas de dez cultivares de mirtilo, em três ciclos produtivos (2012/2013, 2013/2014 e 2014/2015), cultivados em Cerro Azul, região do Vale do Ribeira, Estado do Paraná.

Cultivares	Floração			Colheita		
	Início	Final	Período de floração (dias)	Início	Final	Período de colheita (dias)
2012/2013						
Aliceblue	03/08	23/08	21	--	--	--
Bluebelle	25/07	16/08	23	07/12	11/01	36
Bluegem	03/08	23/08	21	07/12	27/12	21
Briteblue	01/08	23/08	23	07/12	11/01	36
Clímax	25/07	16/08	23	07/12	27/12	21
Delite	03/08	23/08	21	07/12	11/01	36
Georgiagem	03/08	23/08	21	07/12	07/12	01
O'Neal	03/08	23/08	21	--	--	--
Powderblue	03/08	23/08	21	07/12	11/01	36
Woodard	25/07	16/08	23	07/12	11/01	36
2013/2014						
Aliceblue	02/08	06/09	35	05/11	17/12	43
Bluebelle	05/07	27/08	53	12/11	09/01	59
Bluegem	26/07	30/08	35	12/11	09/01	59
Briteblue	02/08	18/09	47	27/11	09/01	44
Clímax	05/07	27/08	53	12/11	09/01	59
Delite	09/08	18/09	40	27/11	09/01	44
Georgiagem	26/07	30/08	35	05/11	03/01	60
O'Neal	26/07	30/08	35	05/11	09/01	66
Powderblue	26/07	30/08	35	27/11	09/01	44
Woodard	05/07	27/08	53	27/11	09/01	44
2014/2015						
Aliceblue	17/07	14/08	29	16/10	20/11	35
Bluebelle	07/08	11/09	36	13/11	23/12	40
Bluegem	07/08	11/09	36	13/11	23/12	40
Briteblue	14/08	25/09	43	27/11	30/12	33
Clímax	14/08	25/09	43	13/11	23/12	40
Delite	21/08	25/09	36	27/11	08/01	42
Georgiagem	17/07	14/08	29	16/10	20/11	35
O'Neal	24/07	21/08	29	16/10	13/11	28
Powderblue	21/08	02/10	43	27/11	08/01	42
Woodard	31/07	04/09	36	06/11	11/12	35

Tabela 2. Características climáticas nos anos de 2012, 2013 e 2014 em Cerro Azul, região do Vale do Ribeira, Estado do Paraná⁽¹⁾.

CARACTERÍSTICAS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
2012												
Temp. Máxima (°C)	31,90	35,00	32,72	28,06	25,12	21,41	21,67	27,64	28,68	30,64	30,92	33,64
Temp. Média (°C)	22,91	24,54	22,49	20,84	17,54	16,24	14,90	18,11	19,43	22,14	23,07	24,79
Temp. Mínima (°C)	18,04	19,06	16,53	16,23	13,48	13,26	11,25	12,26	13,67	16,78	17,30	20,48
Precipitação (mm)	--	169,60	97,00	135,00	67,20	189,60	100,60	9,40	72,00	76,80	18,00	260,40
Horas de frio (<7,2°C)	0	0	0	0	01	0	28	0	0	0	0	0
2013												
Temp. Máxima (°C)	30,77	31,15	29,20	28,58	25,30	22,12	21,64	25,24	26,32	29,05	30,23	32,74
Temp. Média (°C)	23,21	23,60	22,46	20,12	17,70	16,80	14,66	15,78	18,11	20,83	22,25	24,28
Temp. Mínima (°C)	18,51	19,94	18,56	15,02	13,47	13,86	10,68	10,00	12,71	15,12	17,20	18,92
Precipitação (mm)	98,80	121,40	9,40	18,00	64,20	270,20	102,00	18,20	206,20	80,60	222,60	105,20
Horas de frio (<7,2°C)	0	0	0	0	30	0	32	47	0	0	0	0
2014												
Temp. Máxima (°C)	33,78	33,76	30,46	27,73	24,49	23,36	22,95	25,08	26,88	30,60	29,77	32,30
Temp. Média (°C)	24,91	24,76	22,98	21,14	17,93	17,05	15,60	16,63	19,75	21,90	22,60	24,05
Temp. Mínima (°C)	19,94	19,52	18,84	17,50	13,89	13,32	11,36	11,45	15,19	15,89	17,62	18,85
Precipitação (mm)	123,60	112,80	217,20	38,80	83,00	110,20	45,80	71,40	143,00	44,20	95,80	161,00
Horas de frio (<7,2°C)	0	0	0	0	0	0	34	9	0	0	0	0

⁽¹⁾Fonte: SIMEPAR. Devido problemas técnicos não foi registrada a precipitação de janeiro de 2012.

Tabela 3. Frutificação efetiva (FE) no ciclo produtivo de 2014 e produção, massa fresca (MF) e tamanho de frutos de dez cultivares de mirtilheiros, nos ciclos produtivo 2012, 2013 e 2014 cultivados em Cerro Azul, região do Vale do Ribeira, Estado do Paraná⁽¹⁾.

Cultivares	FE (%)	Produção (g pl ⁻¹)			MF (g)			Tamanho (mm)		
	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Aliceblue	42,51 d	-	15,70 g	21,10 i	-	0,80 b	1,12 d	-	12,82 a	11,49 d
Bluebelle	59,21 b	84,77 c	83,66 d	390,60 e	1,80 a	1,66 a	1,70 c	15,08 a	14,50 a	13,45 c
Bluegem	61,13 b	46,48 f	330,48 a	1091,94 a	1,86 a	1,44 a	1,46 c	14,91 a	13,78 a	13,18 c
Briteblue	65,57 a	46,69 f	97,48 c	268,34 f	1,34 b	1,50 a	2,26 a	13,28 b	14,02 a	15,65 a
Clímax	68,58 a	55,29 e	58,11 e	589,75 c	1,41 b	1,43 a	1,81 b	14,06 a	13,47 a	14,62 b
Delite	69,39 a	94,91 b	144,62 b	712,14 b	1,42 b	1,58 a	1,95 b	13,27 b	14,40 a	14,98 b
Georgiagem	54,22 c	1,41 g	43,83 f	188,03 g	0,78 d	1,46 a	1,52 c	11,09 d	14,50 a	12,92 c
O'Neal	43,90 d	-	43,91 f	97,45 h	-	1,42 a	1,46 c	-	13,87 a	12,84 c
Powderblue	63,50 a	106,45 a	102,50 c	517,57 d	1,19 c	1,45 a	1,59 c	12,32 c	13,26 a	13,26 c
Woodard	55,08 c	77,04 d	59,32 e	180,56 g	1,53 b	1,54 a	1,63 c	14,53 a	14,72 a	12,83 c
Médias	58,40	64,13	97,96	405,75	1,42	1,43	1,65	13,57	13,94	13,53
CV (%)	6,01	6,13	10,56	9,95	5,18	5,18	8,47	4,05	6,93	3,83

⁽¹⁾Médias seguidas por letra iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Tabela 4. Potencial hidrogeniônico (pH), teor de sólidos solúveis totais (SS), acidez titulável (AT) e *ratio* (SS/AT) de frutos de dez cultivares de mirtilheiros, nos ciclos produtivo 2012, 2013 e 2014 cultivados em Cerro Azul, região do Vale do Ribeira, Estado do Paraná⁽¹⁾.

Cultivares	pH			SS (°Brix)			AT (% ác. cítrico)			Ratio (SS/AT)		
	2012	2013	2104	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Aliceblue	-	-	2,8c	-	-	12,0b	-	-	1,0a	-	-	12,0b
Bluebelle	2,7d	3,0a	2,7c	14,3a	10,4b	11,2b	1,7 b	0,71c	0,7b	8,4 c	14,5c	14,5b
Bluegem	2,8c	3,1a	2,5d	13,5b	11,9a	13,6a	1,8 a	0,65c	0,7c	7,2 c	18,3a	19,1a
Briteblue	2,9c	3,0a	2,9b	12,3d	10,3b	12,1b	0,8 d	0,81b	0,7c	14,9a	12,6d	16,7a
Clímax	3,0a	3,1a	3,0b	13,4b	11,5a	12,3b	1,8 a	0,64c	0,5d	7,1 c	17,9a	19,5a
Delite	2,8c	3,1a	2,8c	14,0a	10,9b	12,1b	2,0 a	0,66c	0,6d	6,8 c	16,5b	19,5a
Georgiagem	3,0a	-	2,8c	13,0c	-	12,0b	1,7 b	-	0,8b	7,5 c	-	14,6b
O'Neal	-	-	3,2a	-	-	13,4a	-	-	0,5d	-	-	20,7a
Powderblue	2,9b	3,0a	2,8c	14,1a	10,5b	12,1b	1,6 b	0,67c	0,6d	8,4 c	15,6b	20,0a
Woodard	2,7d	2,9a	2,7c	14,1a	11,3a	12,5b	1,3 c	0,96a	1,0a	11,3b	11,7d	12,4b
Médias	2,91	3,08	2,85	13,61	11,01	12,36	1,63	0,73	0,73	8,99	15,33	16,94
CV(%)	1,29	2,79	5,36	1,88	5,22	6,23	7,74	7,21	12,52	12,41	8,46	11,51

⁽¹⁾ Médias seguidas por letra iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Tabela 5. Coordenadas de cor de frutos de mirtilheiros nos ciclos produtivos 2012, 2013 e 2014, cultivados na região de Cerro Azul, Vale do Ribeira, Estado do Paraná⁽¹⁾.

Cultivares	L*			a*			b*		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Aliceblue	-	34,02 a	31,95 a	-	3,83 a	1,00 b	-	-8,08 a	-3,58 a
Bluebelle	32,95 a	30,51 a	27,76 b	2,95 a	4,98 a	3,49 a	-7,73 b	-6,84 a	-1,18 c
Bluegem	38,74 a	36,09 a	34,83 a	2,91 a	4,58 a	0,85 b	-9,70 a	-9,02 a	-4,84 a
Briteblue	24,41 a	33,21 a	33,38 a	3,10 a	4,71 a	0,66 b	-6,59 c	-7,76 a	-4,44 a
Clímax	32,11 a	32,25 a	32,53 a	2,61 b	4,13 a	1,27 b	-7,86 b	-6,87 a	-4,16 a
Delite	33,98 a	31,84 a	32,79 a	2,38 b	4,18 a	0,22 b	-7,37 b	-6,45 a	-4,69 a
Georgiagem	28,98 a	34,08 a	33,31 a	3,09 a	4,79 a	0,32 b	-5,75 c	-7,80 a	-4,68 a
O'Neal	-	34,24 a	30,79 b	-	6,01 a	2,60 a	-	-6,33 a	-4,04 a
Powderblue	33,76 a	34,78 a	34,60 a	2,52 b	3,33 a	0,77 b	-9,07 a	-8,76 a	-4,95 a
Woodard	33,71 a	31,80 a	28,75 b	2,55 b	3,57 a	1,59 b	-6,67 c	-8,00 a	-2,74 b
Médias	32,33	33,28	32,02	2,76	4,41	1,28	-7,59	-7,59	-3,93
CV (%)	16,32	9,62	5,69	8,05	32,35	47,02	13,03	19,26	18,07

⁽¹⁾ Médias seguidas por letra iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Tabela 6. Tonalidade e Saturação de cor de frutos de mirtilheiros nos ciclos produtivos 2012, 2013 e 2014, cultivados na região de Cerro Azul, Vale do Ribeira, Estado do Paraná⁽¹⁾.

Cultivares	Tonalidade – (°Hue) ⁽²⁾			Saturação (Chroma)		
	2012	2013	2014	2012	2013	2014
Aliceblue	-	-1,14 a	-1,28 a	-	9,04 a	3,74 b
Bluebelle	-1,20 a	-0,92 a	-0,33 c	8,27 b	8,62 a	3,73 b
Bluegem	-1,27 a	-1,10 a	-1,39 a	10,13 a	10,14 a	4,92 a
Briteblue	-1,12 b	-1,01 a	-1,41 a	7,30 b	9,22 a	4,51 a
Clímax	-1,24 a	-1,02 a	-1,25 a	8,29 b	8,11 a	4,41 a
Delite	-1,24 a	-0,99 a	-1,50 a	7,76 b	7,74 a	4,71 a
Georgiagem	-1,06 b	-1,03 a	-1,49 a	6,55 b	9,20 a	4,70 a
O'Neal	-	-0,83 a	-1,00 b	-	8,80 a	5,00 a
Powderblue	-1,29 a	-1,20 a	-1,41 a	9,42 a	9,41 a	5,01 a
Woodard	-1,19 b	-1,15 a	-1,04 b	7,16 b	8,80 a	3,21 b
Médias	-1,20	-1,04	-1,21	8,11	8,91	4,39
CV (%)	5,32	14,41	12,63	11,15	17,56	14,55

⁽¹⁾ Médias seguidas por letra iguais, nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

⁽²⁾ Expresso em radianos.

6. BIOCOMPOUNDS OF BLUEBERRY CULTIVARS GROWN UNDER DIFFERENT CLIMATES

ABSTRACT

In addition to essential nutrients, blueberries (*Vaccinium* sp.) contain bioactive compounds that increase the interest for their consumption. The aim of this study was to determine the quantity of vitamin C, polyphenols, flavonoids, anthocyanins and antioxidant activity in blueberries from Bluebelle, Bluegem, Briteblue, Climax, Delite, Powderblue and Woodard cultivars grown in three different regions in Parana, Brazil. The highest concentration of vitamin C was found in Delite grown in Pinhais (13.05 mg EAA 100 g⁻¹). There was difference in blueberry polyphenol content from the three areas. Powderblue grown in Lapa presented the highest amount of polyphenols (274.30 mg 100 g⁻¹) and the highest concentration of anthocyanins (200.39 mg 100 g⁻¹). Flavonoid content varied among the three areas. The highest content was found in Delite (19.32 mg quercetina 100 g⁻¹) grown in Pinhais. The antioxidant activity using the capture method of DPPH radicals was expressed as EC50 and values varied according to cultivar and growth region. The greatest antioxidant potential was obtained in cultivars grown in Pinhais, followed by Lapa and Cerro Azul. The cultivars presented positive correlation between total content of anthocyanins and polyphenols and antioxidant activity. The results confirm blueberries as a source of phenolic compounds with high antioxidant activity and that there are different concentrations of bioactive compounds according to cultivar and growth region.

Index terms: *Vaccinium* sp., small fruits, antioxidant activity, anthocyanins, functional food.

RESUMO

O mirtilo (*Vaccinium* sp.), além dos nutrientes essenciais, contém compostos bioativos que aumentam o interesse pelo consumo desse fruto. O objetivo deste trabalho foi quantificar os teores de vitamina C, polifenóis, flavonóides, antocianinas totais e atividade antioxidante de frutos de mirtilheiro das cultivares Bluebelle, Bluegem, Briteblue, Climax, Delite, Powderblue e Woodard em três diferentes regiões no Paraná, Brasil. A maior concentração de vitamina C foi encontrada na cultivar Delite, em Pinhais (13,05 mgEAA 100 g⁻¹). Houve diferença no conteúdo de polifenóis dos mirtilos das três áreas. A cultivar Powderblue,

cultivada na Lapa, apresentou a maior quantidade de polifenóis (274,30 mg 100 g⁻¹) e a mais alta concentração de antocianinas (200,39 mg 100 g⁻¹). O teor de flavonóides variou entre as três áreas. O maior teor de flavonóides foi verificado na cultivar Delite (19,32 mg quercetina 100 g⁻¹) cultivada em Pinhais. A atividade antioxidante determinada pelo método DPPH foi expressa em EC50 e variou de acordo com o local de cultivo e as cultivares. O maior potencial antioxidante foi obtido nas cultivares em Pinhais, seguindo pela Lapa e Cerro Azul. As cultivares avaliadas apresentaram correlação positiva entre conteúdo total de antocianinas e polifenóis e atividade antioxidante. Os resultados confirmam o potencial do mirtilo como fonte de compostos fenólicos, com elevada atividade antioxidante, e evidencia que existem diferentes concentrações de compostos bioativos conforme a cultivar e o local de cultivo.

Termos para indexação: *Vaccinium* sp., *pequenas frutas*, *atividade antioxidante*, *antocianinas*, *alimento funcional*.

INTRODUCTION

Blueberry (*Vaccinium* sp.) is a fruit species native from North America, where its commercial exploration is highly significant. It is a crop in expansion, especially in South Brazil. Blueberry fruits are considered rich in antioxidant and nutraceutical compounds. The crop presents significant potential for cultivation and lately, great interest by the consumers. As the demand has greatly increased in the last years, research about the bioactive compounds of this small fruits necessary.

Blueberries are rich in phenolic compounds (CONCENÇO et al., 2014), which are phytochemicals that present great nutritional interest because they contribute to human health due to their anticancer and antimutagenic characteristics (SHAHIDI et al., 2007). Knowing that preventing is better than treating chronic diseases, a constant offering of vegetables which contain, besides basic nutritious value, benefic phytochemicals, is essential to boost the immune system, diminishing the risk of chronic diseases in humans (PÉREZ-JIMÉNEZ et al., 2008).

Bioactive compounds are extra-nutritious constituents which are present in small amounts in fruits and vegetables. They are secondary metabolites that, usually, are related to the plants' anti ultraviolet radiation or pathogen and insect aggression defense system. Such substances exert diverse biological actions such as antioxidant activity, modulation of detoxifying enzymes, immune system stimulation, blood platelet aggregation reduction,

hormonal metabolism modulation, blood pressure lowering, antibacterial and antiviral activity (MANACH et al., 2004).

Blueberries are considered functional food and their antioxidant activity acts on neutralization of free radicals, unstable molecules that are linked to the appearance of a great number of non communicable chronic diseases, such as cardiovascular diseases and cancer (CONCENÇO et al., 2014). Among the compounds are natural pigments, mainly anthocyanin, which contribute to the attractive color of blueberries (ACOSTA-MONTOYA et al., 2010).

This research was performed to measure the contents of vitamin C (ascorbic acid level) polyphenols, flavonoids, anthocyanins and antioxidant activity of blueberry cultivars grown under different climates in Brazil.

MATERIAL AND METHODS

Samples

Blueberry samples were collected on 12 Dec. 2013, from cultivar collections located in three different regions of the Parana State, Brazil: one collection was located in Pinhais, latitude 25°25'S, longitude 49°08'W and 930 m altitude, and according to Köppen climate classification, Temperate or Marine-Mild Winter Climate (Cfb); other in Lapa, latitude 25°47'S, longitude 49°46'W and 910 m altitude, Marine-Mild Winter Climate (Cfb); and other in Cerro Azul, latitude 24°53'S, longitude 49°14'W and 659 m altitude, Humid Subtropical Climate (Cfa).

Blueberry fruits from Bluebelle, Bluegem, Briteblue, Climax, Delite, Powderblue and Woodard cultivars were harvested at full ripening according to CHILDERS and LYRENE (2006) specifications. Three samples were collected for each one of the four replications, resulting in a 12-fruit sample for each cultivar.

Fruit extracts

Fruit extracts obtained by acidification of methanol with HCl 0.01% were used to analyze phenolic compounds (total polyphenols, flavonoids and anthocyanins) and antioxidant activity, according to RAMIREZ-LOPEZ and DEWITT (2014).

Vitamin C

To determine the ascorbic acid content of the samples, the AOAC (1992) method, modified by Maia et al. (2008), which substitutes the standard extraction solution (metaphosphoric acid solution) for oxalic acid solution, was used. A standard ascorbic acid curve was used to quantify the vitamin C. The results were expressed in mg of ascorbic acid per 100g of fresh fruits.

Polyphenols

Total polyphenol content was obtained by the Folin-Ciocalteu spectrophotometer method where the mix of phosphor wolframic and phospholipid acids in basic medium reduces itself when oxidize the phenolic compounds, originating the blue wolframic oxides (W_8O_{23}) e molybdenum (Mo_8O_{23}). The reading was performed in spectrophotometer at 725nm wavelength (MOYER et al., 2002). The results were expressed in mg of gallic acid equivalent (EAG) in 100g of fresh fruits.

Flavonoids

The total flavonoid content of the residues was quantified by the spectrophotometer method (BURIOL, 2009). The results were expressed in mg of quercetin per 100g of fresh fruits throughout a standard curve prepared with quercetin concentrations varying from 0 to 300 mg L⁻¹.

Total anthocyanins

The total anthocyanin content was determined by the pH difference method (GIUST and WROSLTAD, 2001), in which the sample is dissolved in two buffer systems: potassium chloride pH 1.0 (0.025 M) and sodium acetate pH 4.5 (0.4 M). The results were expressed in mg of monomeric anthocyanins per 100 g of fresh fruits.

Antioxidant activity – DPPH Method

The free radical scavenging method DPPH (2,2 diphenyl-1-picryl-hydrazyl) followed the Brand-William et al. (1995) methodology with modifications by Maro et al. (2013) was used, which is based on the reduction of the DPPH radical, which links itself to a H⁺ (removed from the antioxidant in question) causing a decrease in absorbance. The drop of the

absorbance of the samples was correlated to a control, indicating the percentage of DPPH radicals' discoloration, as seen in the formula below:

$$\% \text{ protection} = [(Abs_{\text{control}} - Abs_{\text{white}}) / Abs_{\text{control}}] \times 100$$

To find the EC50 values (extract concentration needed to reduce 50% of the DPPH radicals) from the extracts, the antioxidant activity in different concentrations was measured, allowing the creation of a linear curve between the antioxidant capacity of the respective extract and its concentration.

Statistical Analyses

The experimental design used was the randomized block design. Twelve samples (n = 12) of each cultivar were analyzed and all experiments were repeated three times. The data were submitted to analysis of variance and the mean values compared by the Scott-Knott test at 5% probability, using Assisat 7.6. The antioxidant capacity of the blueberries was graphically demonstrated.

RESULTS AND DISCUSSION

Vitamin C

The cultivar Delite grown in Pinhais presented the highest concentration of vitamin C (13.05 mg EAA 100 g⁻¹) (Table 1). The remaining cultivars did not differ.

Table 1. Vitamin C (Ascorbic Acid), Total Polyphenols, Flavonoids and Anthocyanin in blueberries grown in Pinhais, Parana, Brazil⁽¹⁾.

Cultivars	Vitamin C (mg EAA 100 g ⁻¹)	Polyphenols (mg 100 g ⁻¹)	Flavonoids (mg quercetin 100 g ⁻¹)	Anthocyanins (mg 100 g ⁻¹)
Bluebelle	12.35 b	171.04 e	7.94 f	141.00 d
Bluegem	12.20 b	180.97 d	10.17 d	155.63 b
Climax	12.24 b	164.94 f	9.06 e	141.85 d
Delite	13.05 a	236.08 a	19.32 a	169.09 a
Powderblue	12,05 b	187.46 c	12.66 b	150.94 c
Woodard	12,36 b	216.60 b	12.16 c	156.14 b
Mean	12.38	192.85	11.88	152.44
CV (%)	2.04	0.33	1.85	2.69

⁽¹⁾ Means followed by the same letter, in the column, do not differ by Scott-Knott test ($p \leq 0.05$).

There was no difference in concentration of vitamin C among the cultivars grown in Lapa. The mean ascorbic acid concentration among the cultivars was 12.37 mg EAA 100 g⁻¹ (Table 2).

Table 2. Vitamin C (Ascorbic Acid), Total Polyphenols, Flavonoids and Anthocyanin in blueberries grown in Lapa, Parana, Brazil⁽¹⁾.

Cultivars	Vitamin C (mg EAA 100 g ⁻¹)	Polyphenols (mg 100 g ⁻¹)	Flavonoids (mg quercetin 100 g ⁻¹)	Anthocyanins (mg 100 g ⁻¹)
Bluebelle	12.34 a	162.71 d	11.73 c	117.79 d
Bluegem	12.26 a	203.61 c	9.40 e	142.53 c
Climax	12.19 a	151.91 e	9.94 d	105.58 e
Powderblue	12.40 a	274.30 a	16.51 a	200.39 a
Woodard	12.68 a	230.26 b	15.09 b	185.07 b
Mean	12.37	204.56	12.53	150.27
CV (%)	2.10	1.08	1.96	3.46

⁽¹⁾ Means followed by the same letter, in the column, do not differ by Scott-Knott test ($p \leq 0.05$).

The cultivars Bluegem and Climax from Cerro Azul presented lower concentrations (11.11 and 11.59 mg EAA 100 g⁻¹, respectively) (Table 3) of vitamin C. There was no difference among the others.

Table 3. Vitamin C (Ascorbic Acid), Total Polyphenols, Flavonoids and Anthocyanin in blueberries grown in Cerro Azul, Parana, Brazil⁽¹⁾.

Cultivars	Vitamin C (mg EAA 100 g ⁻¹)	Polyphenols (mg 100 g ⁻¹)	Flavonoids (mg quercetin 100 g ⁻¹)	Anthocyanins (mg 100 g ⁻¹)
Bluebelle	12.15 a	110.27 f	7.94 f	105.15 d
Bluegem	11.11 b	123.78 d	11.96 c	102.77 e
Briteblue	12.50 a	233.32 a	13.43 a	174.05 a
Climax	11.59 b	143.08 c	10.12 d	137.80 c
Delite	12.54 a	113.19 e	9.09 e	106.03 d
Powderblue	12.14 a	146.44 b	10.25 d	152.86 b
Woodard	12.03 a	146.09 b	12.70 b	153.20 b
Mean	12.01	145.17	10.78	133.15
CV (%)	3.94	0.28	2.80	1.43

⁽¹⁾ Means followed by the same letter, in the column, do not differ by Scott-Knott test ($p \leq 0.05$).

The values for the cultivars from the three different growth regions varied from 11.11 to 13.05 mg EAA 100 g⁻¹. Hence, blueberries may be considered a good enough source of vitamin C. However, the fruit cannot be indicated as the only source of this vitamin, since its recommended daily intake is 60 mg (BRASIL, 1998). Concentration of vitamin C varies among cultivars and species, what justifies the results found in this research.

Polyphenols

There was variation in quantity of total polyphenols in the cultivars from the three growth regions. Delite cultivar from Pinhais (Table 1) presented the highest concentration (236.08 mg 100 g⁻¹), followed by Powderblue from Lapa 274.30 mg 100 g⁻¹ (Table 2) and Briteblue from Cerro Azul 233.32 mg 100 g⁻¹ (Table 3). Variation in polyphenol content is expected according to cultivar and growth region (RICHARD, 2002).

Polyphenol content is positively correlated to antioxidant activity (WANG et al., 1996). The cultivars presented positive correlation between polyphenol content and antioxidant activity of 0.7159** (Pinhais), 0.8048** (Lapa) and 0.5076** (Cerro Azul). These results indicate that antioxidant activity is proportional to polyphenol content. This was expected because phenolic compounds found in fruits are known to contribute to antioxidant activity.

Plants submitted to stress activate secondary metabolite routes which result in the production of phenolic compounds (IGNAT et al., 2011). The highest mean value of total polyphenol content was found in blueberries from Lapa, region that presented the lowest temperatures during harvest (Table 4). Besides, blueberries are native from cold regions and are supposed to perform better in lower temperatures.

Flavonoids

The content of flavonoids in the cultivars from the three growth regions varied significantly. Cho et al. (2004) also found variation on flavonoid content when evaluating different blueberry genotypes.

The highest flavonoid content was found in Delite (19.32 mg quercetin 100g⁻¹) from Pinhais (Table 1). Among the cultivars from Lapa (Table 2), the highest concentration was found in Powderblue (16.51 mg quercetin 100 g⁻¹), and among cultivars from Cerro Azul in Briteblue (13.43 mg quercetin 100g⁻¹) (Table 3).

Souza et al. (2014) found 9.61 mg of quercetin in raspberries (*Rubus idaeus*) grown in Lavras, Minas Gerais State. This value is among the values (7.94 to 19.32) found in this study.

Anthocyanins

There was a variation in quantity of anthocyanins among the cultivars from Pinhais (Table 1). Powderblue, grown in Lapa, presented the highest anthocyanin concentration (200.39 mg 100 g⁻¹). For the cultivars grown in Cerro Azul, the highest concentration was found in Briteblue (174.05 mg 100 g⁻¹). Evaluating fruits from different blackberry genotypes from different places, Chiang et al. (2005) also found variation in anthocyanin levels.

Studying different blueberry cultivars in Rio Grande do Sul, Sao Paulo and Minas Gerais, Rodrigues et al. (2011) found concentrations superior to the ones found in this research. The highest concentration (378.31 mg 100 g⁻¹) was found in Tifeblue cultivar from Barbacena, Minas Gerais. However, similar to Souza et al. (2014), who found 29.72 mg 100 g⁻¹ of bioactive compounds in subtropical climate in Brazil, the same authors found a minimum concentration of 40.62 mg 100 g⁻¹ for the Bluecrop cultivar. Such values are much lower than the concentrations found in the cultivars studied herein, as for example, 102.77 mg 100 g⁻¹ in Bluegem from Cerro Azul.

The concentration of monomeric anthocyanins in this study varied a lot. Such great variation in anthocyanin levels may be due to the different climates, maturation stages, and cultivars. The blueberry cultivars grown in Cerro Azul presented the lower levels of anthocyanins, probably due to the subtropical climate, where the temperature was 32.74 °C in December, the harvest month (Table 4).

Table 4. Weather conditions in 2013 in Pinhais, Lapa and Cerro Azul, Parana - Brazil⁽¹⁾.

TEMPERATURAS (°C)	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC
PINHAIAS												
Médias das Máximas	25.06	26.74	24.31	23.66	21.55	19.40	18.81	20.45	21.20	22.69	23.65	26.15
Médias das Médias	19.14	20.43	18.77	17.06	15.45	14.24	12.45	13.60	15.20	16.64	17.95	20.12
Médias das Mínimas	15.42	16.71	15.24	12.60	10.85	10.79	7.37	8.02	10.59	12.51	14.17	16.17
Precipitation (mm)	58.60	277.80	128.20	49.80	88.80	160.00	125.60	28.00	173.40	99.80	105.60	101.40
LAPA												
Médias das Máximas	27.05	27.27	25.28	24.79	22.23	18.77	18.41	20.64	21.60	23.75	24.68	27.15
Médias das Médias	19.73	20.52	18.91	17.15	15.53	13.42	12.18	13.66	15.39	17.19	18.55	20.61
Médias das Mínimas	14.85	16.57	14.66	11.64	10.42	10.40	7.06	7.89	10.58	12.47	13.88	16.07
Precipitation (mm)	62.50	290.60	185.40	56.00	105.00	313.60	140.20	49.60	190.60	95.60	110.40	62.60
CERRO AZUL												
Médias das Máximas	30.77	31.15	29.20	28.58	25.30	22.12	21.64	25.24	26.32	29.05	30.23	32.74
Médias das Médias	23.21	23.60	22.46	20.12	17.70	16.80	14.66	15.78	18.11	20.83	22.25	24.28
Médias das Mínimas	18.51	19.94	18.56	15.02	13.47	13.86	10.68	10.00	12.71	15.12	17.20	18.92
Precipitation (mm)	98.80	121.40	9.40	18.00	64.20	270.20	102.00	18.20	206.20	80.60	222.60	105.20

⁽¹⁾Source: SIMEPAR

Not only productivity, but anthocyanin level may be used as a criterion to choose cultivars, since anthocyanins are very important to human health.

Antioxidant activity – The DPPH method

As it may be seen in the Figures 1, 2 and 3, the EC 50 values varied among cultivars and growth regions. Higher values were obtained in cultivars grown in Pinhais, followed by Lapa and Cerro Azul. Results were inversely proportional to temperatures in the growth regions, which were higher in Cerro Azul (Table 4). Such results confirm the influence of the growth region on concentration of phenolic compounds. Evaluating the interaction between genotype and environment, Connor et al. (2002) observed a significant influence of the growth location on the content of total phenolic compounds of 16 different blueberry cultivars.

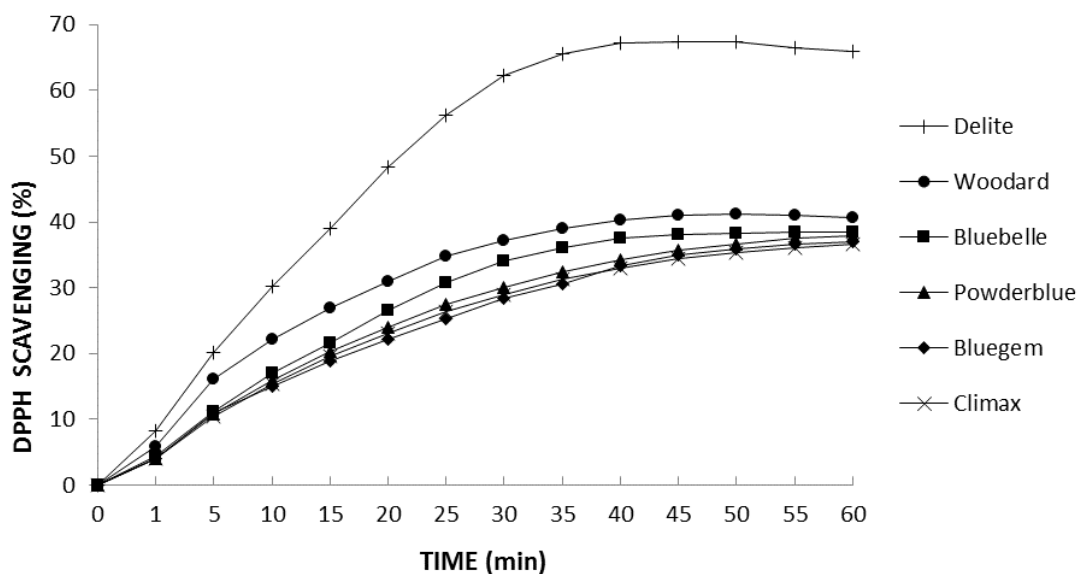


Figure 1. Antioxidant capacity of blueberry aqueous extract of different cultivars grown in Pinhais. Parana. Brazil. By DPPH method.

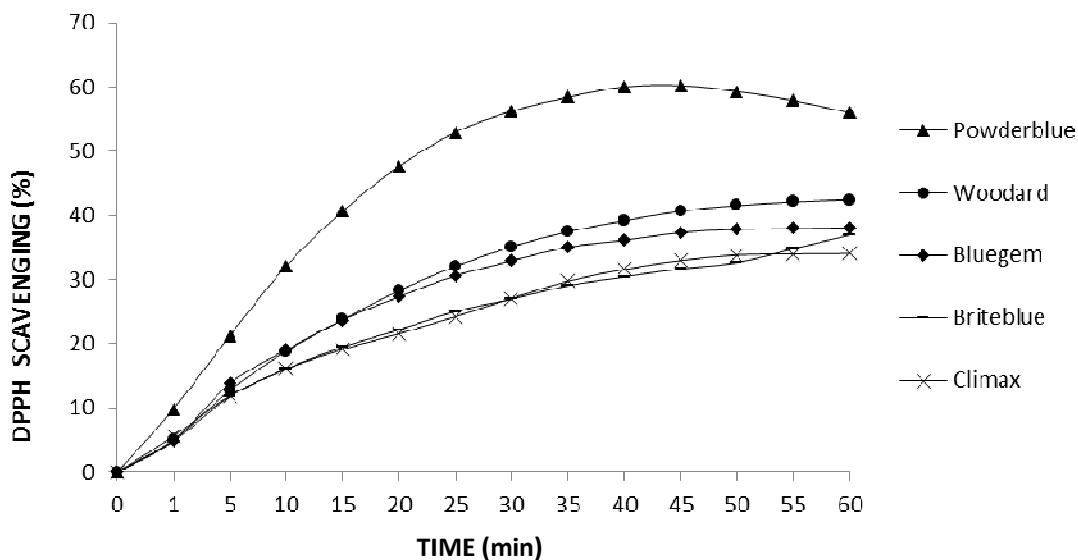


Figure 2. Antioxidant capacity of blueberry aqueous extract from different cultivars grown in Lapa, Parana, Brazil. By DPPH method.

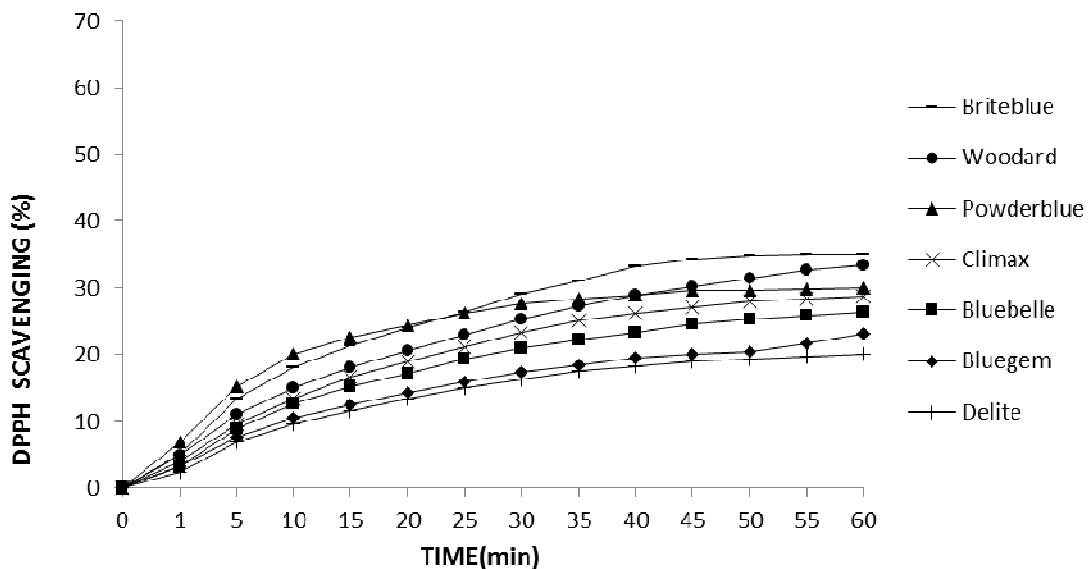


Figure 3. Antioxidant capacity of blueberry aqueous extract from different cultivars grown in Cerro Azul, Parana, Brazil. By DPPH method.

Anthocyanin pigment is known as an effective free radical scavenger and a great number of studies reported high correlation between total anthocyanin content and antioxidant activity (SELLAPPAN et al., 2002; HASSIMOTTO et al., 2008). This was confirmed in this research since the cultivars presented positive correlation between total anthocyanin content and antioxidant activity in Pinhais (0.6461**), Lapa (0.7737**) and Cerro Azul (0.7022**).

CONCLUSIONS

The concentration of phenolic compounds and antioxidant activity varies according to cultivar and growth region. The evaluated cultivars present positive correlation between total anthocyanin and polyphenol content and antioxidant activity. The results confirm blueberries as a source of phenolic compounds with high antioxidant activity.

REFERENCES

ACOSTA-MONTOYA, O. et al. Phenolic content and antioxidant capacity of tropical highland blackberry (*Rubus adenotrichus* Schldl.) during three edible maturity stages. **Food Chemistry**, Reading, 119(4):1.497-1.501, 2010.

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

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

BRASIL. Portaria SVS/MS nº33, de 13 de janeiro de 1998. Tabelas de ingestão diária recomendada (IDR). **Diário Oficial da União**, Brasília-DF, 16 jan. Seção1, parte 1. 1998.

BURIOL, A. Composição química e atividade biológica de extrato oleoso de própolis: uma alternativa ao extrato etanólico. **Química Nova**, 32(2):296-302, 2009.

CHIANG, F.; JU, H.; WROLSTAD, R.E. Anthocyanin Pigment composition of blackberries. **Journal of Food Science**, Chicago, 70(3):198-202, 2005.

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

CHO, M.J. et al. 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**, 84:1771-1782, 2004.

CONNOR, A.M.; LUBY, J.J.; TONG, C.B.S. Genotypic and Environmental Variation in Antioxidant Activity, Total Phenolic Content, and Anthocyanin Content among Blueberry Cultivars. **J. Amer. Soc. Hort Sci.** 127(1):89-97, 2002.

CONCENÇO, F.I.G.R. et al. Blueberry: Functional traits and obtention of bioactive compounds. **American Journal of Plant Sciences** (5):2633-2645, 2014.

GIUST, M.M.; WROSLTAD, R.E. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. 2001.

HASSIMOTTO, N.M.A. et al. Physico-chemical characterization and bioactive compounds of blackberry fruits (*Rubus* sp.) grown in Brazil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 28(3):702-708, 2008.

IGNAT, I.; VOLF, I.; POPA, V.I. A critical review of methods for characterization of polyphenolic compounds in fruits and vegetables. **Food Chemistry**, Barking, 126(4):1821-1835, 2011.

KALT, W.; JOSEPH, J.A.; SHUKITT-HALE, B. Blueberries and human health: a review of current research. **Journal of the American Pomological Society**, v.61, p.151-160, 2007.

MAIA, G.E.G. et al. Determinação dos teores de vitamina C em hortaliças minimamente processadas. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, 19:329-335, 2008.

MANACH, C. et al. Polyphenols: food sources and bioavailability. **American Journal Clinical Nutrition**, New York, (9):727-47. 2004.

MARO, L.A.C. et al. Bioactive compounds, antioxidant activity and mineral composition of fruits of raspberry cultivars grown in subtropical areas in Brazil. **Fruits**, 68(3):209-217, 2013.

MOYER, R.A. et al. Anthocyanins, phenolics, and Antioxidants capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 50:519-525, 2002.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.P.; ARRANZ, S.; TABERNERO, M. Updated methodology to determine antioxidant capacity in plant foods, oils and beverages: Extraction, measurement and expression of results. **Food Research International**, Darking, 41(3):274-285, 2008.

RAMIREZ-LOPEZ, L.M.; DEWITT, C.A.M. Analysis of phenolic compounds in commercial dried grape pomace by high-performance liquid chromatography electrospray ionization mass spectrometry. **Food Science & Nutrition**, 2(5), 470-477, 2014.

RICHARD, T. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: *Vaccinium*, *Rubus*, and *Ribes*. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, 50(3):519-525, 2002.

RODRIGUES, E. et al. Phenolic compounds and antioxidant activity of blueberry cultivars grown in Brazil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 31(4):911-917, 2011.

SELLAPPAN, S.; AKOH, C.C.; KREWER, G. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, 50 (8):2432-2438, 2002.

SHAHIDI, F.; ALASALVAR, C.; LIYANA-PATHIRANA, C.M. Antioxidant phytochemicals in hazelnut kernel (*Corylus avellana* L.) and hazelnut byproducts. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, 55(4):1212-1220, 2007.

SOUZA, V.R. et al. Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. **Food Chemistry**, 156:362-368, 2014.

WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R.L. Total antioxidant capacity of fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, 44(3):701-705, 1996.

7. CONCLUSÕES GERAIS

As cultivares apresentam período de floração entre julho e setembro, e colheita no período de novembro a janeiro.

A frutificação efetiva, realizada em Cerro Azul, PR, é maior nas cultivares Delite, Climax, Briteblue e Powderblue.

Há diferenças entre as cultivares quanto a massa do fruto, tamanho, pH, teor de sólidos solúveis e acidez. As cultivares em estudo exibem coloração azul com poucas variações ao longo dos anos de avaliação.

A maior concentração de vitamina C e o maior teor de flavonóides são verificados na cultivar Delite em Pinhais.

A cultivar Powderblue na Lapa apresenta a maior quantidade de polifenóis e a mais alta concentração de antocianinas totais.

A atividade antioxidante varia de acordo com o local de cultivo e as cultivares.

O maior potencial antioxidante ocorre nas cultivares em Pinhais, seguindo pela Lapa e Cerro Azul.

As cultivares avaliadas apresentam correlação positiva entre conteúdo total de antocianinas e polifenóis e atividade antioxidante.

Os resultados confirmam o potencial do mirtilo como fonte de compostos fenólicos, com elevada atividade antioxidante, e evidenciam que existem diferentes níveis de concentrações de compostos bioativos conforme a cultivar e o local de cultivo.

As cultivares com maior produtividade são Bluegem, Climax, Delite e Powderblue.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cultura do mirtilo no Brasil, ainda se encontra em fase de desenvolvimento, em que se busca um sistema de produção eficiente e competitivo, para inserir o país no rol dos grandes produtores mundiais.

O cultivo do mirtilheiro tem seus diferenciais, demanda conhecimentos técnicos, organizacionais, mercadológicos, logísticos, como cadeia de frio na colheita, armazenagem, transporte e comercialização.

O Estado do Paraná apresenta diversidades quanto ao clima e solo, e se torna imprescindível que se realizem estudos sobre o comportamento fenológico, a adaptação e a produtividade de novos cultivares, em diferentes locais, para se levantar informações, e com isso fazer recomendações mais precisas sobre qual a cultivar mais adaptada para determinada região. As novas pesquisas podem ser realizadas com as cultivares avaliadas que apresentaram os melhores resultados, ou com novas variedades de mirtilheiros de baixa exigência em frio desenvolvidas pela Universidade da Flórida, que podem ser cultivada em regiões quentes e apresentam uma frutificação mais precoce, quando comparadas com as variedades tradicionalmente cultivadas no Brasil.

Durante a condução dos experimentos foram observados alguns problemas, inerente a cultura, comum nas três áreas avaliadas:

Ocorrência de pássaros, mais especificamente o sabiá-laranjeira (*Turdus rufiventris*) que causa prejuízo pela ingestão dos frutos no período de maturação, já a partir do momento da mudança de coloração. Para dispersar/afugentar os pássaros utilizou-se “espantalho”, fitas coloridas, latas vazias de refrigerantes e garrafas pet, dentre outros, todos pouco eficientes (Figura 11).

Os danos causados por abelhas irapuá (*Trigona spinipes*) que perfuram a flor (base inferior da corola), na maioria das vezes antes da antese, para coleta do néctar, ocasionam uma baixa frutificação efetiva e conseqüentemente uma redução na produtividade (Figura 12). Observou-se que com o início da florada de plantas preferenciais, há uma redução desses insetos nos mirtilheiros. O maior desafio é estabelecer estratégias de controle, como a remoção do enxame das abelhas irapuá para local distante da área de plantio, tendo em vista que até mesmo o controle com repelentes ou telas de proteção fica impossibilitado pela necessidade de se ter a presença de outros insetos polinizadores, pois o mirtilheiro frutifica

preferencialmente na presença de polinizador biótico, abelhas do gênero *Apis* e mamangavas (*Bombus terrestris*) (Figura 13).

Outra praga que deve ser considerada, são as formigas cortadeiras, principalmente em Áreas de Proteção Ambiental (APA). Por apresentar um sistema radicular muito superficial e reduzido, o mirtilheiro tem crescimento lento e o ataque de formigas e a reincidência podem levar à morte da planta, principalmente no primeiro ano de plantio em que a cultura não está estabelecida. No estágio de maior desenvolvimento da planta, além de folhas e brotos as formigas atacam até os frutos (Figura 14). O controle de plantas daninhas e vistorias regulares permitem um controle mais efetivo desses insetos.

Em relação às doenças, o problema mais grave foi a morte de plantas da cultivar Powderblue. Identificada inicialmente na coleção em Cerro Azul, mais de ocorrência nas demais áreas. Os sintomas de murchamento, seca de ramos e morte das plantas (*Dieback*) foram observados no segundo semestre, período em que as plantas estão no período de floração e/ou início da frutificação. Os mesmos sintomas também foram observados em mudas, na estufa, que estão sendo avaliadas para confirmação do patógeno (Figura 15).

A existência de poucos problemas fitossanitários na cultura do mirtilo que permite, inclusive, conduzir cultivos orgânicos, tem atraído a atenção de produtores. Porém alguns aspectos em relação ao manejo da cultura devem ser observados como: definir o ponto ideal de colheita dos frutos e a embalagem a ser utilizada (Figura 16 e 17). Estabelecer medidas de amenizar os efeitos do frio, que ocasiona danos nos frutos (Figura 18), através da implantação de quebra-ventos (Figura 19). A necessidade de sistema de irrigação para o bom desempenho do mirtilheiro que apresenta sistema radicular muito superficial, com raízes finas e poucos pelos radiculares, que contribuem para uma maior suscetibilidade das plantas jovens (Figura 20). Determinação das dosagens e do período de adubação nitrogenada em cobertura (Figura 21). A estruturação do solo com construção de camalhões com cobertura morta nas linhas de plantio (Figura 22) e de cobertura verde nas entre linhas (Figura 23).

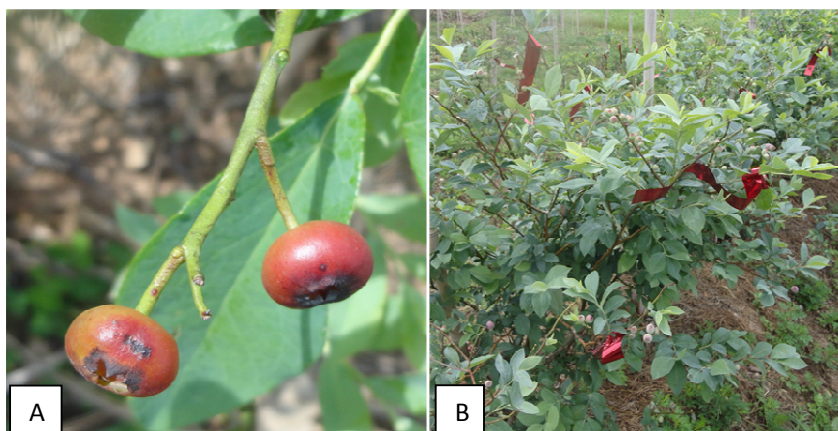


Figura 11. Danos por pássaros em frutos de mirtilo (A) e fitas refletivas (B).

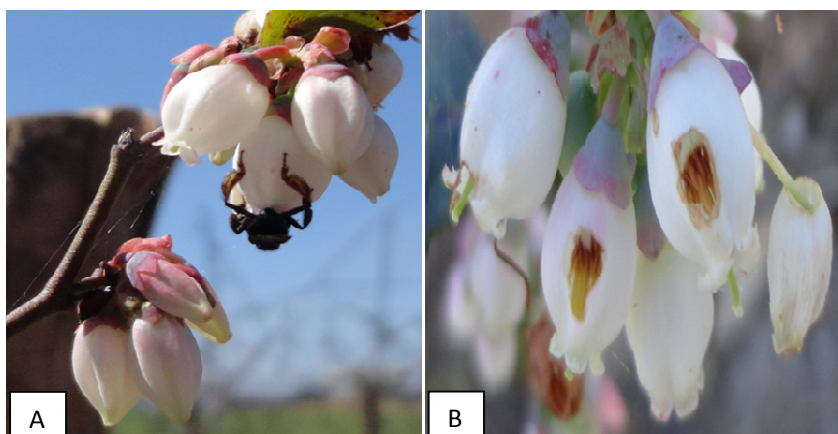


Figura 12. Danos por *Trigona spinipes* em flores de mirtilo (A) e (B).

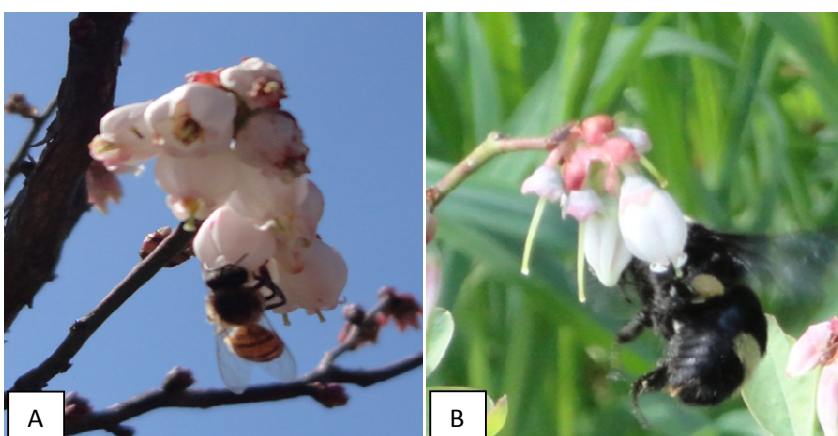


Figura 13. Polinizadores bióticos: (A) Abelha (*Apis mellifera*), (B) Mamangava (*Bombus terrestris*).



Figura 14. Danos por formigas em frutos de mirtilo (A) e (B).

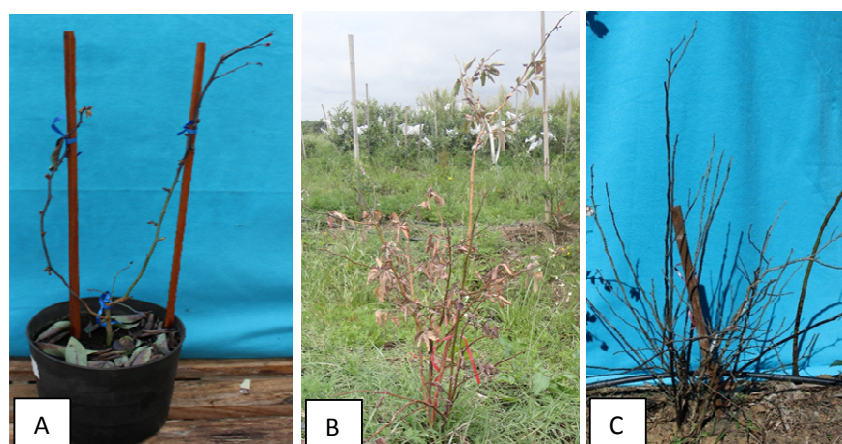


Figura 15. Morte de plantas 'Powderblue' em vasos (A) e em plantas adultas no campo (B) e (C).

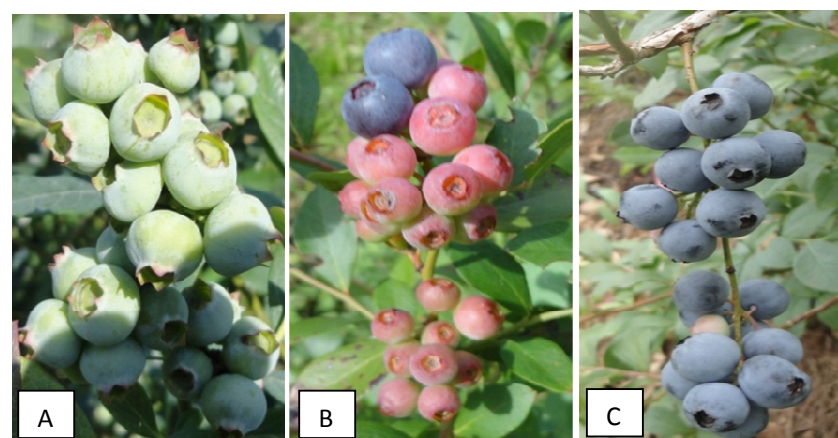


Figura 16. Frutos de mirtilo em diversos estádios: verde (A), maduro (B) e maturação completa (C).



Figura 17. Colheita de frutos de mirtilo no estágio de maturação completa.



Figura 18. Danos por frio em frutos de mirtilo (A) e (B).

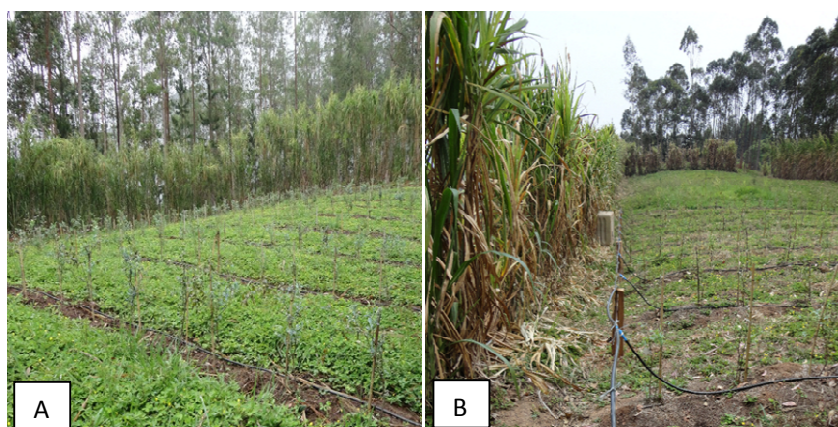


Figura 19. Quebra-vento. Eucalipto (A) e Capim-elefante (B).

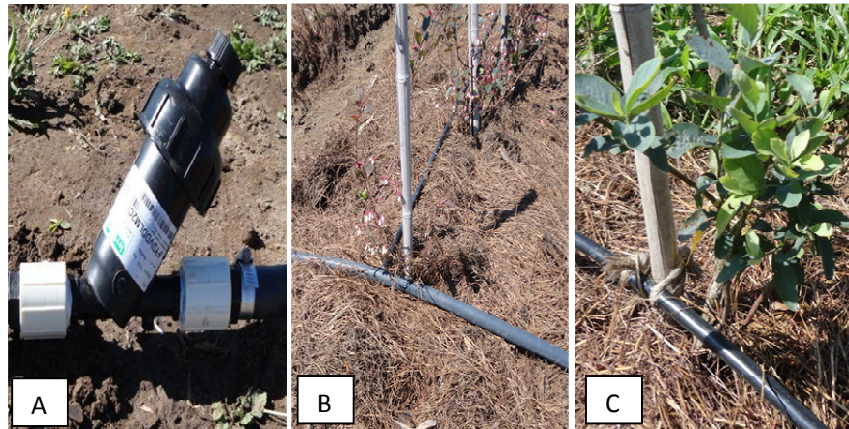


Figura 20. Sistema de irrigação por gotejamento: filtro (A), ramal principal (B) e ramal com gotejadores (C).



Figura 21. Adubação de cobertura com sulfato de amônio (A) e (B).



Figura 22. Cobertura morta nos camalhões: acúcula de pinus (A) e resíduos da indústria madeireira (B).

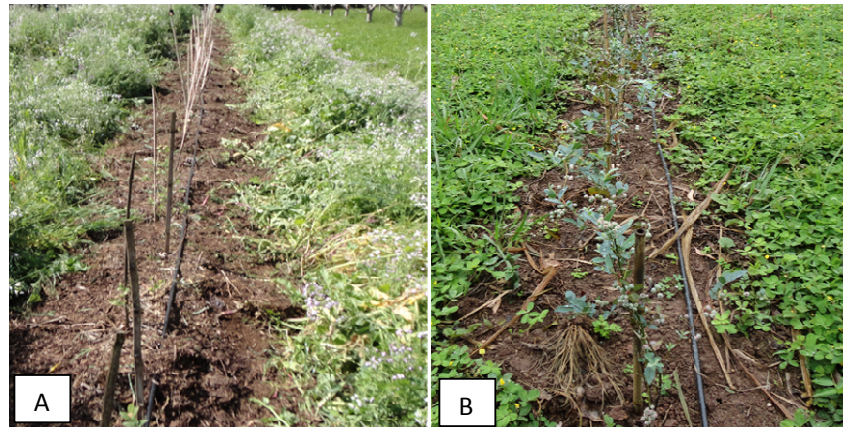


Figura 23. Cobertura verde nas entrelinhas: aveia preta, ervilhaca e nabo forrageiro (A) e amendoim forrageiro (*Arachis* sp.) (B).

9. REFERÊNCIAS

AMAROWICZ, R.; PEGG, R. B.; RAHIMI-MOGHADDAM, P.; BARL, B; WEIL, J. A. Free-radical scavenging capacity and antioxidant activity of selected plant species from the Canadian prairies, **Food Chemistry**, v. 84, p.551-562, 2004.

ANTUNES, L.E.C.; RASEIRA, M.C.B. (Ed.). Cultivo do mirtilo (*Vaccinium* spp.). Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 99p. (Sistema de Produção 8). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/745223/1/sistema08.pdf>
Acesso em: 18 jun. 2015.

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

ANUÁRIO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA 2015. Editora Gazeta. Disponível em <http://www.grupogaz.com.br/editora/anuarios/show/4718.html>. Acesso em: 10 set. 2015.

BALASUNDRAM, N.; SUNDRAM, K.; SAMMAN, S. Phenolic compounds in plants and agri-industrial by-products: Antioxidant activity, occurrence, and potential uses. **Food Chemistry**, v.99, p.191-203, 2006.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. **Nutrition Reviews**, Washington, v.56, n.11, p.317-333, 1998.

BRAZELTON, C. World Blueberry Acreage and Production Report. United States Highbush Blueberry Council – Industry relations Committee, Folsom, CA, USA. 2009.

BRIDLE, P.; TIMBERLAKE, C.F. Anthocyanins as natural food colours – selected aspects. **Food Chemistry**, v.58, n.1-2, p.103-109, 1997.

BROWNMILLER, C., HOWARD, L. R.; PRIOR, R. L. Processing and storage effects on monomeric anthocyanins, percent polymeric color, and antioxidant capacity of processed blueberry products. **Journal of Food Science**, v.73, n.5, p.72-79, 2008.

CALIMAN, F.R.B. Produção e qualidade de frutos de genótipos de tomateiro em ambiente protegido e no campo. Viçosa (MG): Universidade Federal de Viçosa (Tese mestrado) 2003.

CAMIRE, M. E.; CHAOVANALIKIT, A.; DOUGHERTY, M. P.; BRIGGS, J. Blueberry and grape anthocyanins as breakfast cereal colorants. **Journal of Food Science**, v.67, p.438-441, 2002.

CANTUARIAS-AVILES, T.; SILVA, S.R. da.; MEDINA, R.B.; MORAES, A.F.G.; ALBERTI, M.F. Cultivo do mirtilo: atualizações e desempenho inicial de variedades de baixa exigência em frio no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Fruticultura**. [online]. v.36, n.1, p.139-147, 2014.

CHITARRA M.I.F.; CHITARRA A.B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças- Fisiologia e Manuseio**. UFLA, Lavras, 785p, 2005.

DEGASPARI, C.H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos fenolicos. **Visao Academica**, Curitiba, v.5, n.1, p. 33-40, 2004.

DORAIS M; GOSSELIN A; PAPADOPOULOS A.P. Greenhouse tomato fruit quality. **Horticultural Reviews**. v.26, p.239-306, 2001

EHLENFELDT, M.K.; ROWLAND, L.J.; OGDEN, E.L.; VINYARD, B.T. Floral bud cold hardiness of *Vaccinium ashei*, *V. constablaei*, and hybrid derivatives and the potential for producing Northern-adapted rabbiteye cultivars. **HortScience**, v.42, p.1131-1134, 2007.

ECK, P.; GOUGH, R.E.; HALL, I. V.; SPIERS, J.M. Blueberry Management In: GALLETTA, G.J. e HIMELRICK, D.G.[Ed.] Small fruit crop management. New Jersey: p. 273-333. 1990.

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

FERNALD, M.L. **Gray's manual of botany**. Eighth edition. American Book Company, New, 1950.

FISCHER, D.L. de O.; FACHINELLO, J.C.; PIANA, C.F. de B.; BIANCHI, V.J.; MACHADO, N.P. Seleção de genótipos de mirtilo obtidos a partir de polinização aberta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.36, n.1, p.221-231, 2014.

FRANCO, G. **Nutrição**: texto básico e tabela de composição química dos alimentos. 6. ed. Rio de Janeiro: Ateneu, 1992.

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

GOUGH, R.E. **The Highbush Blueberry and Its Management**. Food Production Press, Haworth Press, Inc. New York, 1991.

GUIA GEOGRÁFICO. Disponível em: <http://www.guiageo-parana.com/mapas/mapa-fisico.htm> Acesso em: 22 de abril e 2016.

HARBORNE, J.B.; GRAYER, R.J. The anthocyanins. In: **The flavonoids**: advances in research since. Chapman & Hall, London, p.1-20, 1988.

HOLLMAN, P.C.H.; KATAN, M.B. Dietary flavonoids: intake, health effects and bioavailability. **Food and Chemical Toxicology**, v.37, p.937-942, 1999.

KADER, F.; ROVEL, B; GIRARDIN, M.; METCHE, M. Fractionation and identification of the phenolic compounds of Highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum*, L.). **Food Chemistry**, v.55, p.35-40, 1996.

KALT, W.; FORNEY, C.F; MARTIN, A.; PRIOR, R.L. Antioxidant capacity, vitamin c, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.47, p.4638-4644, 1999.

KARLSEN, A.; RETTERSTOL, L; LAAKE, P; PAUR, I; BOHN, S.K; SANDVIK, L; BLOMHOFF, R. Anthocyanins inhibit nuclear factor-kappaB activation in monocytes and reduce plasma concentrations of proinflammatory mediators in healthy adults. **Journal Nutrition**, v.137, p.1951-1954. 2007.

KONCZAK, I.; ZHANG, W. Anthocyanins - more than nature's colours. **Journal of Biomedicine and Biotechnology**, v.5, p.239-240, 2004.

KRAMER, A.; TWIGG, B.A. Fundamentals of quality control for the food industry. **Westport, Conn.:** Avi, p.562, 1962.

LEE, J.; WROLSTAD, R.E. Extraction of anthocyanins and polyphenolics from blueberry processing waste. **Journal of Food Science**, v.69, p.564-573. 2004.

LOPES, R.M.; OLIVEIRA, T.T.; NAGEM, T.J.; PINTO, A.S. Flavonóides, **Biociência & Desenvolvimento**, v.3, n.14, p.18-22, 2000.

MADAIL, J.C.M.; SANTOS, A.M. dos. **Cultivo do mirtilo** (*Vaccinium* spp.). Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. p.93-96. 99p. (Sistema de Produção, 8). Disponível em :

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/745223/1/sistema08.pdf>

Acesso em: 23 fev. 2015.

MARTINEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M.J.; ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de La dieta. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Caracas, v.50, n.1, p.5-18, 2000.

MAYER, N.A.; MATTIUZ, B.; PEREIRA, F.M. Qualidade pós-colheita de pêssegos de cultivares e seleções produzidos na microrregião de Jaboticabal-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.3, p. 616-621, 2008.

MINOLTA. Precise color communication: color control from perception to instrumentation. Japan: Minolta Co. Ltda, 1998, 57 p.

MORAES, J.O. de.; PERTUZATTI, P.B.; CORREA, F.V.; SALAS-MELLADO, M. de L.M. Estudo do mirtilo (*Vaccinium ashei* Reade) no processamento de produtos alimentícios. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. [online]. v.27, suppl.1, p.18-22. 2007.

MOYER, R.A.; HUMMER, K.E.; FINN, C.E.; FREI, B.; WROLSTAD, R.E. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: *vaccinium*, *rubus*, and *ribes*. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.50, p.519-525, 2002.

NARAYAN, M.S.; AKHILENDER NAIDU, K.; RAVISHANKAR, G.A; SRINIVAS, L.; VENKATARAMAM, L.V. Antioxidant effect of anthocyanin on enzymatic and non-enzymatic lipid peroxidation. **Prostaglandins, Leukotrienes and Essential Fatty Acids**, v.60, n.1, p.1-4, 1999.

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

PASA, M. Desempenho de cultivares de mirtilheiros dos grupos rabbiteye e highbush em função da cobertura de solo. **Revista Brasileira de Fruticultura**. [online]. v.36, n.1, p.161-169. 2014.

PIETTA, P.G. Flavonoids as antioxidants. **Journal of Natural Products**., Cincinnati, v.63, n.7, p.1035-1042, 2000.

PRIOR, R.L.; CAO, G.H.; MARTIN, A.; SOFIC, E.; McEWEN, J.; O'BRIEN, C.; LISCHNER, N.; EHLENFELDT, M.; KALT, W.; KREWER, G.; MAINLAND, C.M. Antioxidant capacity as influenced by total phenolic and anthocyanin content, maturity, and variety of *Vaccinium* species. **Journal of the Agricultural and Food Chemistry**, v.46, p.2686-2693, 1998.

RASEIRA, M.C.B. Classificação botânica, descrição da planta, melhoramento genético e cultivares. In: RASEIRA, M.C.B.; ANTUNES, L.E.C. A cultura do mirtilo. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. p. 15-28. (*Embrapa Clima Temperado. Documento, 121*).

RETAMALES, J.B.; HANCOCK J.F. Blueberries. CABI, Cambridge, USA. 2012.

RETAMALES, J.B.; MENA, C.; LOBOS, G.; MORALES, Y. A regression analysis on factors affecting yield of highbush blueberries. **Scientia Horticulturae**, v.186 p.7-14. 2015.

RIBEIRO, E.P; SERAVALLI, E.A.G. **Química de Alimentos**. São Paulo: Editora Edgar Blucher: Instituto Mauá de Tecnologia, 184p, 2004.

RIBEIRO, L.; KOPROSKI, L.P.; STOLLE, L.; LINGNAU, C.; SOARES, R.V.; BATISTA, A.C. Zoneamento de riscos de incêndios florestais para a Fazenda Experimental do Canguiri, Pinhais (PR). **Floresta**, Curitiba, v.38, n.3, 2008.

RICE-EVANS, C.A.; MILLER, N.J.; PAGANGA, G. Antioxidant properties of phenolic compounds. **Trends Plant Science**, Oxford, v.4, p.304-309, 1997.

RICE-EVANS, C. A. Flavonoids antioxidants. **Current Medicinal Chemistry**, v.8, p.797-807, 2001.

SANTANA, L.R.R., MATSUURA, F.C.A.U.; CARDOSO, R.L. Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya* L.): avaliação sensorial e físico-química dos frutos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 24:217-222. 2004.

SANTOS, A.M. DOS; RASEIRA, M.C.B. **O cultivo do mirtilo**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. 17p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos 96). Disponível em: <http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/32395/1/documento-96.pdf> Acesso em 13 fev. 2015

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

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

SILVA, P.T.; LOPES, M.L.M.; VALENTE-MESQUITA, V.L. Efeito de diferentes processamentos sobre o teor de ácido ascórbico em suco de laranja utilizado na elaboração de bolo, pudim e geleia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.26, n.3, p.678-682, 2006b.

SKERGET, M.; KOTNIK, P.; HADOLIN, M.; HRAS, A.R., SIMONIC, M.; KNEZ, Z. Phenols, proanthocyanins, flavones and flavonols in some plant materials and their antioxidant activities. **Food Chemistry**, Davis, v.89, n.4, p.191-198, 2005.

SOARES, S. E. Ácidos fenólicos como antioxidantes. **Revista de Nutrição**, v.15, p.71-81, 2002.

SOUSA, M.B., CURADO, T., VASCONCELOS, F.N., TRIGO, M.J. Mirtilo: qualidade pós-colheita. Folhas de Divulgação AGRO v. 556, n. 8, 2007.

TAVARES, S. **Maturação e conservação do Tangor “Murcote” (Citrus reticulata blanco x C. sinensis Osbeck) e de Lima ácida “Tahiti” (Citrus latifolia Tanaka) sob efeito de biorreguladores**. Piracicaba, 2003. 115 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade de São Paulo – USP.

VILELLA, F. CD do. In: CURSO DE PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE ARANDANOS, FRAMBUESAS Y MORAS, Montevideo. Montevideo: Sociedad Uruguaya de Horticultura. 1 CD-Rom. www.smallfruit.org North Caroline Blueberry News, v.8, n.3, 2003.

ZHENG, W.; WANG, S. Y. Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries, and lingonberries. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, p.502-509, 2003.

WINTON, A.L.; WINTON, K.B. **Análise de alimentos**. Barcelona: Hispano Americano, p.1205, 1958.

WU, X.; BEECHER, G.R.; HOLDEN, J.M.; HAYTOWITZ, D.B.; GEBHARDT, S.E.; PRIOR, R.L. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the united states. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.52, p.4026-4037, 2004.