

MARLON JOCIMAR RODRIGUES DA SILVA

**POTENCIAL AGRONÔMICO E COMPOSTOS BIOATIVOS EM UVAS E SUCOS
DE UVA DE CULTIVARES *Vitis labrusca* L. E HÍBRIDAS SOBRE DIFERENTES
PORTA-ENXERTOS EM REGIÃO TROPICAL DO SUDESTE BRASILEIRO**

**Botucatu
2018**

MARLON JOCIMAR RODRIGUES DA SILVA

**POTENCIAL AGRONÔMICO E COMPOSTOS BIOATIVOS EM UVAS E SUCOS
DE UVA DE CULTIVARES *Vitis labrusca* L. E HÍBRIDAS SOBRE DIFERENTES
PORTA-ENXERTOS EM REGIÃO TROPICAL DO SUDESTE BRASILEIRO**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências
Agronômicas da Unesp Câmpus de Botucatu,
para obtenção do título de Doutor em
Agronomia (Horticultura).

Orientador: Marco Antonio Tecchio

**Botucatu
2018**

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - DIRETORIA TÉCNICA DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S586P Silva, Marlon Jocimar Rodrigues da, 1990-
Potencial agronômico e compostos bioativos em uvas e sucos de uva de cultivares *Vitis labrusca* L. e híbridas sobre diferentes porta-enxertos em região tropical do Sudeste Brasileiro / Marlon Jocimar Rodrigues da Silva. - Botucatu: [s.n.], 2018
123 p.: fots. color., ils. color., grafs. color., tabs.

Tese (Doutorado)- Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2018
Orientador: Marco Antonio Tecchio
Inclui bibliografia

1. Videira - Enxertia. 2. Fenologia vegetal. 3. Uvas. 4. Suco de uva. 5. Fenóis. I. Tecchio, Marco Antonio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Câmpus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

Elaborada por Ana Lucia G. Kempinas - CRB-8:7310

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte"


CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


TÍTULO DA TESE: POTENCIAL AGRONÔMICO E COMPOSTOS BIOATIVOS EM UVAS E SUCOS DE UVA DE CULTIVARES *Vitis labrusca* L. E HÍBRIDAS SOBRE DIFERENTES PORTA-ENXERTOS EM REGIÃO TROPICAL DO SUDESTE BRASILEIRO

AUTOR: MARLON JOCIMAR RODRIGUES DA SILVA


ORIENTADOR: MARCO ANTONIO TECCHIO

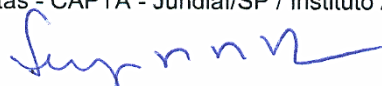
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em AGRONOMIA (HORTICULTURA), pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. MARCO ANTONIO TECCHIO
Departamento de Horticultura / UNESP - Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu, SP


Profa. Dra. SARITA LEONEL
Depto de Horticultura / Faculdade de Ciências Agronômicas de Botucatu


Profa. Dra. GIUSEPPINA PACE PEREIRA LIMA
Departamento de Química e Bioquímica / Instituto de Biociências de Botucatu - UNESP


Profa. Dra. MARA FERNANDES MOURA
Centro de Frutas - CAPTA - Jundiaí/SP / Instituto Agronômico de Campinas


Prof. Dr. SERGIO RUFFO ROBERTO
Depto. Agronomia / Universidade Estadual de Londrina

Botucatu, 07 de março de 2018

*Aos meus pais, **Cássia Magali e Jocimar José,***

*À minha avó, **Almira Borges.***

Dedico.

Agradecimentos

Agradeço em primeiro lugar a Deus, por se fazer presente em cada momento da minha vida.

Aos meus pais, Jocimar e Magali, à minha avó, Almira Borges (Inha) e aos meus irmãos, Maiane e Marlos, pela compreensão e pelo apoio incondicional.

À Andréia Souza, pelo carinho e pelo riso solto de sempre que tornam meus dias mais leves.

Ao meu orientador, professor Dr. Marco Antonio Tecchio, pela amizade, conhecimentos e por todas as oportunidades que me ofereceu.

À Dr.^a Mara Fernandes Moura, pesquisadora do Centro de Frutas do IAC, pela colaboração e as boas instruções de sempre.

Aos professores, Dr.^a Giuseppina Pace P. Lima, Dr.^a Sarita Leonel e Dr. Waldemar G. Venturini Filho, pela disponibilidade dos laboratórios e os vários ensinamentos nos momentos de dúvidas.

A todos do grupo de Viticultura e Enologia da FCA/UNESP, pós-graduandos e os muitos estagiários, pela imensa contribuição nas várias etapas dessa pesquisa.

Ao Centro de Seringueira e Sistemas Agroflorestais do Instituto Agrônomo (IAC) pela disponibilidade do local para condução dos experimentos de campo e ao técnico, Isaac Jesus de Souza, por toda a força e cuidado no manejo das videiras.

Ao Dr. Giuliano Elias Pereira, pesquisador da Embrapa Semiárido, e ao Dr. Luiz Claudio Corrêa, analista nessa instituição, pela parceria e apoio nas análises das uvas e dos sucos.

Ao Dr. Marcos dos Santos Lima, professor do Instituto Federal do Sertão Pernambucano, pelos ensinamentos e parceria nas análises das uvas e dos sucos.

À Carla Padilha, Gabriela Miskinis, Joyce Fagundes e Antonio Mendes, por toda a ajuda na realização dos trabalhos em Petrolina.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela bolsa de estudos concedida (Processo CNPq n° 140211/2015-2).

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento do projeto.

Ao Dr. Valtemir Gonçalves Ribeiro, professor da Universidade do Estado da Bahia, pelo apoio de sempre e acolhida inicial em Botucatu. E por esse mesmo motivo às queridas amigas, Marilza Machado e Nathalya Machado de Souza.

A todos os amigos que fiz nessa cidade pelos bons momentos de descontração, os bons vinhos e as rodas de violão.

A todos que contribuíram minimamente nessa conquista e que, de alguma forma, participaram dessa jornada.

Muito obrigado!

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar a duração dos estádios fenológicos, as demandas térmicas (graus-dia) e o potencial produtivo das videiras, além de determinar o conteúdo de ácidos orgânicos, açúcares, compostos bioativos e a atividade antioxidante em uvas e sucos de uva de cultivares *Vitis labrusca* e híbridas cultivadas sobre diferentes porta-enxertos sob condições tropicais na região Sudeste do Brasil. O experimento foi realizado em vinhedo experimental do Instituto Agronômico, em Votuporanga, região Noroeste do estado de São Paulo. Foram avaliadas as cultivares Isabel Precoce, BRS Carmem, BRS Cora e IAC 138-22 Máximo enxertadas nos porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572'. As características fenológicas e produtivas das videiras foram avaliadas em três ciclos produtivos (2015/2016), dos quais, em um ciclo foram analisados os compostos bioativos (antocianinas, flavonóis, estilbenos, ácidos fenólicos e flavanóis) nas películas e polpas das uvas e nos sucos integrais de uva. Além das cultivares citadas anteriormente, os compostos bioativos das uvas foram analisados também na uva 'BRS Violeta'. Os resultados mostraram que a duração do ciclo produtivo das videiras 'Isabel Precoce', IAC 138-22 'Máximo', 'BRS Cora' e 'BRS Carmem' foi de, aproximadamente, 115, 117, 119 e 138 dias, respectivamente, variando em função das condições climáticas ocorridas durante o ciclo. O acúmulo de graus-dia foi proporcional ao número de dias necessários para as videiras atingirem cada estágio fenológico. As cultivares Isabel Precoce, IAC 138-22 Máximo e BRS Cora foram as mais produtivas. As uvas 'BRS Carmem' e 'Isabel Precoce' apresentaram níveis equilibrados de sólidos solúveis e acidez. Por outro lado, a uva IAC 138-22 'Máximo' apresentou limitado potencial no acúmulo de açúcares. Os porta-enxertos não influenciaram na fenologia e no acúmulo de graus-dia das videiras. No entanto, o 'IAC 766' proporcionou maior produtividade às cultivares copa, além de maior massa de cachos e bagas, e maior conteúdo de açúcares e ácidos no mosto das uvas. O conteúdo de compostos fenólicos nas películas foi maior do que nas polpas das uvas em todas as cultivares. De modo geral, tanto nas películas quanto nas polpas, as uvas 'BRS Violeta' apresentaram as maiores concentrações de todas as classes fenólicas estudadas e os maiores valores de atividade antioxidante *in vitro*. Maior conteúdo bioativo e atividade antioxidante foram encontrados nos sucos da uva IAC 138-22 'Máximo'. Tanto nas uvas quanto nos sucos da cultivar Isabel Precoce foram encontradas baixas quantidades de compostos fenólicos e baixa atividade

antioxidante. O efeito dos porta-enxertos foi relevante nas uvas 'BRS Violeta', a qual apresentou maior conteúdo bioativo quando combinada com o 'IAC 766'. O porta-enxerto 'IAC 766' também favoreceu o acúmulo de açúcares na maioria dos sucos, de antocianinas e *trans*-resveratrol nos sucos IAC 138-22 Máximo, e de ácidos fenólicos nos sucos Isabel Precoce.

Palavras-chave: Fenologia. Produção. Demandas térmicas. Curvas de maturação. Compostos fenólicos. Atividade antioxidante.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the duration of the phenological stages, the thermal demands (degree-days) and the yield potential of the vines, besides determining the content of organic acids, sugars, bioactive compounds and the antioxidant activity in grapes and grape juices of *Vitis labrusca* and hybrids cultivars grown onto different rootstocks under tropical conditions in the Southeast region of Brazil. The experiment was conducted in an experimental vineyard of the Instituto Agrônômico (IAC), in Votuporanga, Northwest region of the São Paulo state. The cultivars Isabel Precoce, BRS Carmem, BRS Cora and IAC 138-22 Máximo grafted onto 'IAC 766' and 'IAC 572' rootstocks were evaluated. The phenological and productive characteristics were evaluated in three seasons (2015/2016), of which in the second season the bioactive compounds (anthocyanins, flavonols, stilbenes, phenolic acids and flavanols) were assessed in pulps and skins of the grapes and in the whole grapes juices. Additionally to the cultivars above mentioned, the bioactive compounds of the grapes were also assessed in the 'BRS Violeta' grape. The results showed that the duration of the productive cycle of Isabel Precoce, IAC 138-22 Máximo, BRS Cora and BRS Carmem cultivars was approximately 115, 117, 119 and 138 days, respectively, which might change according to the climatic conditions during the growing season. The summation of degree-days was proportional to the number of days demanded for the vines to reach each phenological stage. The cultivars Isabel Precoce, IAC 138-22 Máximo and BRS Cora were the most productive. The 'BRS Carmem' and 'Isabel Precoce' grapes presented balanced levels of soluble solids and acidity. By contrast, IAC 138-22 'Máximo' grapes presented limited potential in the accumulation of sugars. The rootstocks did not influence the phenology and summation of degree-days of the vines. However, 'IAC 766' provided higher yield, as well as larger and heavier bunches and berries and grapes with higher sugar and acid content. The grapes and juices of the BRS Cora variety presented high content of organic acids and sugars. The content of phenolic compounds in the skins was much greater than in grape pulps. In general, in both skins and pulps, 'BRS Violeta' grapes presented the highest concentrations of every phenolic classes studied and the highest values of antioxidant activity. The highest bioactive content and antioxidant activity value were found in IAC 138-22 Máximo grape juice. Both in the grapes and in the juices of the Isabel Precoce cultivar were found low amounts of phenolic compounds

and low antioxidant activity. The effect of the rootstocks was relevant in 'BRS Violeta' grapes, which presented higher bioactive content when combined with 'IAC 766'. The 'IAC 766' rootstock also favored the accumulation of sugars in most of the juices, of anthocyanins and *trans*-resveratrol in the IAC 138-22 Máximo juice, and of phenolic acids in the Isabel Precoce juices.

Keywords: Phenology. Yield. Thermal demands. Maturation curves. Phenolic compounds. Antioxidant activity.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL.....	17
Capítulo 1 – Fenologia, demandas térmicas e evolução da maturação da uva de cultivares <i>Vitis labrusca</i> L. e híbridas sobre diferentes porta-enxertos.....	21
1.1 Introdução.....	22
1.2 Material e Métodos	23
1.2.1 Local de execução do experimento	23
1.2.2 Condições de cultivo das videiras	24
1.2.3 Tratamentos	25
1.2.4 Avaliações e delineamento experimental	25
1.2.4.1 Fenologia e demandas térmicas das videiras	25
1.2.4.2 Curvas de maturação das uvas.....	27
1.2.5 Análises estatísticas.....	28
1.3 Resultados	28
1.3.1 Fenologia.....	28
1.3.2 Demandas térmicas.....	31
1.3.3 Análise de agrupamento.....	32
1.3.4 Curvas de maturação	33
1.3.4.1 Isabel Precoce.....	33
1.3.4.2 BRS Carmem	34
1.3.4.3 BRS Cora	35
1.3.4.4 IAC 138-22 Máximo.....	36
1.3.4.5 Efeito dos porta-enxertos nas mudanças químicas das uvas.....	37
1.4 Discussão	38
1.5 Conclusões	43
Referências	43
Capítulo 2 – Desempenho produtivo de novas variedades de uva para suco enxertadas em diferentes porta-enxertos sob condições tropicais	47
2.1 Introdução.....	48
2.2 Material e Métodos	49
2.2.1 Local de execução do experimento	49
2.2.2 Condições de cultivo das videiras e podas de produção.....	50
2.2.3 Tratamentos e delineamento experimental	50
2.2.4 Colheita e características avaliadas	51
2.2.4.1 Características produtivas	51
2.2.4.2 Características físicas dos cachos, engaos e bagas	51

2.2.4.3	Características químicas do mosto	52
2.2.5	Análises estatísticas	52
2.3	Resultados e Discussão.....	52
2.3.1	Características produtivas das videiras	53
2.3.2	Características físicas dos cachos.....	54
2.3.3	Análises químicas das uvas.....	57
2.3.4	Análise de componentes principais.....	59
2.4	Conclusões.....	62
	Referências.....	62

Capítulo 3 – Compostos bioativos e atividade antioxidante em uvas de variedades *Vitis labrusca* e híbridas brasileiras sobre diferentes porta-enxertos

3.1	Introdução	65
3.2	Material e Métodos.....	67
3.2.1	Padrões e reagentes químicos	67
3.2.2	Local de execução do experimento e material vegetal	68
3.2.3	Preparação das amostras e extração	69
3.2.4	Compostos fenólicos totais e antocianinas monoméricas totais	69
3.2.5	Determinação de ácidos orgânicos e açúcares por HPLC.....	70
3.2.6	Compostos fenólicos individuais	71
3.2.7	Atividade antioxidante <i>in vitro</i>	71
3.2.8	Delineamento experimental e análises estatísticas	71
3.3	Resultados e Discussão.....	72
3.3.1	Ácidos orgânicos e açúcares	72
3.3.2	Compostos fenólicos.....	74
3.3.2.1	Perfil de antocianinas das uvas	74
3.3.2.2	Flavonóis e <i>trans</i> -resveratrol.....	79
3.3.2.3	Ácidos fenólicos e flavanóis	80
3.3.2.4	Compostos fenólicos totais	81
3.3.3	Atividade antioxidante <i>in vitro</i>	82
3.3.4	Análises de correlação de Pearson	84
3.3.5	Análise de componentes principais.....	86
3.4	Conclusões.....	88
	Referências.....	88

Capítulo 4 – Compostos bioativos, ácidos orgânicos e atividade antioxidante de sucos de uva de novas variedades cultivadas sobre porta-enxertos brasileiros

4.1	Introdução	92
4.2	Material e Métodos.....	93

4.2.1	Padrões e reagentes químicos.....	93
4.2.2	Local de execução do experimento e material vegetal.....	93
4.2.3	Elaboração dos sucos	94
4.2.4	Análises clássicas da qualidade dos sucos.....	95
4.2.5	Determinação de ácidos orgânicos e açúcares por HPLC	95
4.2.6	Compostos fenólicos totais e antocianinas monoméricas totais.....	96
4.2.7	Compostos fenólicos individuais	96
4.2.8	Atividade antioxidante <i>in vitro</i>	96
4.2.9	Delineamento experimental e análises estatísticas.....	97
4.3	Resultados e discussão.....	97
4.3.1	Parâmetros de qualidade e análises de cor dos sucos	97
4.3.2	Ácidos orgânicos e açúcares.....	99
4.3.3	Perfil de antocianinas dos sucos de uva	100
4.3.4	Flavonóis e <i>trans</i> -resveratrol	103
4.3.5	Ácidos fenólicos e flavanóis	104
4.3.6	Conteúdo fenólico total.....	105
4.3.7	Atividade antioxidante <i>in vitro</i>	106
4.3.8	Análises de correlação de Pearson.....	107
4.3.9	Análise de componentes principais	109
4.4	Conclusões	111
	Referências	111
	CONSIDERAÇÕES FINAIS	115
	REFERÊNCIAS.....	117
	APÊNDICE A – Perfil cromatográfico de antocianinas (DAD, 520 nm), flavonóis (DAD, 360 nm), ácidos fenólicos e estilbeno (DAD, 320 nm) e flavanóis (DAD, 280 nm) de sucos de uva Isabel Precoce (A), BRS Carmem (B), BRS Cora (C) e IAC 138-22 Máximo (D).	121
	ANEXO A – Estádios fenológicos da videira de acordo com a escala de Eichhorn e Lorenz (1977), modificado por Coombe (1995).....	123

INTRODUÇÃO GERAL

O consumo de suco de uva no Brasil aumentou 570% em apenas 10 anos, passando de 15,8 milhões de litros em 2005, para 90,3 milhões de litros em 2014 (IBRAVIN, 2015). O interesse crescente está relacionado principalmente às atividades biológicas que os compostos fenólicos presentes nos sucos de uva têm demonstrado, ligadas aos benefícios para a saúde humana, tais como propriedades antioxidantes, cardioprotetoras, anticancerígenas, anti-inflamatórias e antimicrobianas (XIA et al., 2010). Esses compostos fenólicos incluem principalmente as antocianinas, flavanóis, flavonóis, estilbenos (resveratrol) e os ácidos fenólicos (GARRIDO; BORGES, 2013; XIA et al., 2010).

A composição fenólica do suco depende principalmente da uva utilizada na sua elaboração e das condições de processamento. Cada cultivar apresenta uma composição fenólica particular, no entanto, a concentração dos compostos pode ser alterada por uma série de fatores como a espécie, as práticas culturais adotadas no vinhedo, o porta-enxerto utilizado, a infestação de pragas ou doenças, as condições climáticas da região e até o grau de maturação da uva na colheita (BARCIA et al., 2014; BURIN et al., 2014; GARRIDO; BORGES, 2013; LIMA et al., 2014).

A maioria dos dados disponíveis na literatura sobre as uvas destinadas ao processamento e seus subprodutos, tais como sucos e vinhos, são dos países tradicionalmente produtores, isto é, da Europa, que utilizam predominantemente uvas *Vitis vinifera* para esse fim. Em contraste, no Brasil, mais de 85% do volume de uvas processadas são de cultivares *V. labrusca* ou híbridas (LAGO-VANZELA et al., 2011). Uvas tradicionais como 'Isabel', 'Concord' e 'Bordô', todas *V. labrusca*, são as principais cultivares destinadas a elaboração de suco de uva no país, que ainda está concentrada no Rio Grande do Sul (CAMARGO; MAIA, 2004). No entanto, esse cenário vem sofrendo algumas modificações.

Nos últimos anos, têm aumentado os estudos com uvas destinadas à elaboração de sucos em diferentes regiões do Brasil, mesmo em locais onde a viticultura já é um mercado consolidado. É o caso, por exemplo, do Submédio do Vale São Francisco, no Nordeste do Brasil (NUNES; LEITE; CASTRO, 2016; RIBEIRO; LIMA; ALVES, 2012), Triângulo Mineiro, em Minas Gerais (PEREIRA et al., 2008), Paraná (BARROS et al., 2015; BORGES et al., 2014a) e até mesmo das regiões de Nova Mutum – MT, Itaberaí – GO e Santa Teresa – ES (BORGES et al., 2014b).

Em São Paulo, alguns trabalhos vêm sendo desenvolvidos com uvas produzidas no município de São Roque, região Sudeste do estado, especialmente com a cultivar BRS Violeta (BARCIA et al., 2014; LAGO-VANZELA et al., 2014; REBELLO et al., 2013). Essa região é tradicionalmente conhecida pelo cultivo de videiras, com expressiva produção de uvas para indústria, tendo produzido aproximadamente 728 t de uva para processamento em 2016. Na região Noroeste do estado de São Paulo, tradicionalmente conhecida pelo cultivo de uvas *Vitis vinifera* para mesa, tem-se observado nos últimos anos queda na produção dessas uvas e aumento na produção de uvas híbridas, com predomínio da cultivar Niagara Rosada. Apenas nos últimos dois anos, o aumento na produção dessas uvas foi de 17,4 % (IEA, 2017).

Embora a produção de uvas para processamento no Noroeste paulista seja menos expressiva, produtores da região têm demonstrado interesse na implementação de áreas com uvas que possam proporcionar sucos de qualidade. Aliado a esse interesse, deve-se considerar que essa região, localizada a 20° 20' de latitude sul e 49° 58' de longitude oeste, está situada em uma zona brasileira de clima tropical (*Aw*). Com temperatura média elevada e uma definida estação chuvosa no verão, de novembro a abril, e estação seca no inverno, de maio a outubro, essa região permite a realização de mais de um ciclo produtivo das videiras por ano, podendo a poda ser programada de acordo com as necessidades do mercado (CAMARGO et al., 2012), o que não ocorre nas condições da região Sul do Brasil e em outras tradicionais regiões produtoras de uva no mundo. Assim, o estudo de diferentes cultivares de uva para suco na região é essencial para diversificação e desenvolvimento do cenário vitivinícola regional.

O avanço da vitivinicultura para as regiões tropicais tem sido possível graças às novas cultivares desenvolvidas pela Embrapa Uva e Vinho. Esses novos materiais vêm contribuindo para o aprimoramento tecnológico, expansão da produção e competitividade do suco de uva brasileiro (CAMARGO; MAIA; RITSCHER, 2008). Dentre essas cultivares estão a Isabel Precocce (*V. labrusca*), uma mutação somática espontânea da cultivar Isabel, que apresenta suas mesmas características, mas com um período de maturação bastante antecipado ao dessa cultivar (CAMARGO, 2004). Foram desenvolvidas também as uvas híbridas 'BRS Cora' (Muscat Belly A x H. 65.9.14), 'BRS Violeta' (BRS Rúbea x IAC 1398-21) e 'BRS Carmem' (Muscat Belly A x H 65.9.14), de modo que essa última foi lançada como alternativa de uva tardia para

a ampliação do período de processamento do suco no Brasil (CAMARGO; MAIA, 2004; CAMARGO; MAIA; RITSCHER, 2008).

O programa de melhoramento genético do Instituto Agrônomo (IAC) também tem buscado alternativas para o desenvolvimento da vitivinicultura brasileira. Um dos materiais lançados por esse programa foi o híbrido IAC 138-22 'Máximo' (Seibel 11342 x Syrah) (SOUZA; MARTINS, 2002). Essa cultivar possui grande potencial produtivo, no entanto, seu cultivo e estudos tem se restringido à região leste do estado de São Paulo (HERNANDES et al., 2010; PEDRO JÚNIOR et al., 2014).

A região Noroeste do estado de São Paulo tem potencial para produzir uvas com excelente qualidade para a elaboração de sucos. No entanto, devido a limitação de dados disponíveis na literatura, alguns fatores devem ser considerados para oferecer aos produtores opções seguras de novas cultivares de uva adaptadas a região (PEREIRA et al., 2008; RIBEIRO; LIMA; ALVES, 2012). Deve-se considerar os aspectos agrônômicos da videira, que são influenciados pelas condições ambientais (temperatura, precipitação pluviométrica, radiação solar, características de solo) da região de cultivo (ASSIS et al., 2011; HERNANDES et al., 2013; SANTOS et al., 2011; TECCHIO et al., 2014). Essas condições podem influenciar as características fenológicas, produtivas e de qualidade das uvas.

Conhecer a duração das diferentes fases fenológicas da videira torna possível programar as práticas culturais, especialmente as que exigem mais mão de obra, em função da data da poda de produção. Além disso, empresas processadoras de uva poderão otimizar suas operações industriais juntamente com seus fornecedores, programando o recebimento da matéria-prima em função de sua capacidade de processamento, evitando perdas na qualidade do produto (ROBERTO et al., 2005).

A fenologia da videira varia de acordo com o genótipo e as condições climáticas de cada região ou da mesma região devido à sazonalidade climática ao longo do ano (PEDRO JÚNIOR; SENTELHAS, 2003). Para entender esta variação, diversos autores avaliam diferentes cultivares de uva durante ciclos consecutivos e utilizam as escalas fenológicas para comparar e estabelecer o tempo adequado de cada estágio (BARROS et al., 2015; HERNANDES et al., 2010; LOUREIRO et al., 2016).

Outra importante ferramenta para avaliar a duração dos estágios de desenvolvimento das diferentes cultivares de videira é o uso da caracterização das suas exigências térmicas, pelo conceito de graus-dia (GD). Esse conceito assume a existência de uma temperatura basal abaixo da qual o crescimento vegetal pode ser

desconsiderado e cada grau acima dessa temperatura base corresponde a um grau-dia (PEZZOPANE et al., 2008). Esse indicador biometeorológico tem sido estudado por muitos autores (BARROS et al., 2015; BORGES et al., 2014b; NEIS et al., 2010).

Aliado a essas ferramentas, as curvas de maturação das uvas para suco têm sido determinadas a fim de aprofundar o conhecimento do desenvolvimento das cultivares nas diferentes regiões brasileiras (ASSIS et al., 2011; PEDRO JÚNIOR et al., 2014). A maturação adequada da uva é de extrema importância para a qualidade dos sucos. É durante o amadurecimento da uva que ocorre a síntese, degradação e/ou a translocação de compostos desejáveis para as bagas, tais como: açúcares, terpenos, antocianinas, taninos, ácidos orgânicos, entre outros (CONDE et al., 2007).

Todas essas características agronômicas e fisiológicas das videiras podem ser influenciadas pelo porta-enxerto utilizado (BARROS et al., 2015; LOUREIRO et al., 2016). De modo geral, a indicação de porta-enxertos baseia-se na melhor adaptação deles às condições climáticas e à compatibilidade com a cultivar copa (MOTA et al., 2009). A escolha do porta-enxerto na vitivinicultura depende ainda das condições de solo de cada local e, dentro de uma região, pode sofrer muitas variações. Isso faz com que esta seja uma escolha difícil e os trabalhos de pesquisa devam ser repetidos para cada local de cultivo (LEÃO; BRANDÃO; GONÇALVES, 2011).

Diversos trabalhos na literatura evidenciam a influência que os porta-enxertos exercem no vigor vegetativo, produção, fenologia, maturação das uvas e nas características produtivas da videira (BRIGHENTI et al., 2010; DIAS et al., 2012; MOTA et al., 2009; ORLANDO et al., 2008; TECCHIO et al., 2011, 2014). No entanto, esses trabalhos são mais escassos em relação às características agronômicas de uvas para suco. Há pouquíssimos trabalhos também relacionados a influência de porta-enxertos na composição bioativa das uvas para suco, sendo ainda mais raras pesquisas que evidenciem o efeito dos porta-enxertos na composição fenólica e atividade antioxidante de sucos de uva.

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar a duração dos estádios fenológicos, as demandas térmicas (graus-dia) e o potencial produtivo das videiras de variedades *Vitis labrusca* e híbridas cultivadas sobre os porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' em condições tropicais na região Sudeste do Brasil, além de determinar o conteúdo de ácidos orgânicos, açúcares, compostos bioativos e a atividade antioxidante das uvas e seus respectivos sucos.

Capítulo 1 – Fenologia, demandas térmicas e evolução da maturação da uva de cultivares *Vitis labrusca* L. e híbridas sobre diferentes porta-enxertos

Resumo

Colher a uva no momento adequado é um fator decisivo para a qualidade dos sucos. Assim, a duração dos estádios fenológicos pela escala de Eichhorn e Lorenz, as demandas térmicas das videiras pelo acúmulo de graus-dia e as mudanças químicas ocorridas durante o amadurecimento das uvas foram analisadas em três ciclos produtivos com o intuito de estimar o momento ideal da colheita da uva em condições de clima tropical no Brasil. Foram avaliadas as cultivares Isabel Precoce, BRS Carmem, BRS Cora e IAC 138-22 Máximo enxertadas sobre os porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572'. Estima-se que o momento ideal para a colheita das uvas Isabel Precoce, IAC 138-22 Máximo, BRS Cora e BRS Carmem ocorre em torno dos 115, 117, 119 e 138 dias após a poda, respectivamente. No entanto, essa duração variou em função das condições climáticas ocorridas durante o ciclo produtivo. Os porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' não influenciaram a fenologia e o acúmulo de graus-dia das videiras. No entanto, de modo geral, as uvas oriundas das videiras enxertadas no 'IAC 766' apresentaram um acúmulo de açúcares levemente maior.

Palavras-chave: graus-dia, estádios fenológicos, curvas de maturação, mudanças químicas, viticultura tropical

Phenology, thermal demands and grape maturation evolution of *Vitis labrusca* L. and hybrids cultivars onto different rootstocks

Abstract

Harvesting grapes at the right time is a decisive factor for the quality of the juices. Thus, the duration of the phenological stages based on the Eichhorn and Lorenz scale, the thermal demands of the vines for the summation of degree-days and the chemical changes that occurred during the grapes ripening were analyzed in three seasons in order to estimate the ideal time of grape harvest under tropical climate conditions in Brazil. The Isabel Precoce, BRS Carmem, BRS Cora and IAC 138-22 Máximo varieties grafted onto 'IAC 766' and 'IAC 572' rootstocks were evaluated. It is estimated that the ideal harvest time for Isabel Precoce, IAC 138-22 Máximo, BRS Cora and BRS Carmem grapes occurs around 115, 117, 119 and 138 days after pruning, respectively. However, this time might vary according to the climatic conditions that occur during the growing season. The 'IAC 766' and 'IAC 572' rootstocks did not influence the phenology and the summation of degree-days of the vines. In general, grapes from vines grafted onto 'IAC 766' rootstock had a slightly higher sugar accumulation.

Key words: degree-day, phenological stages, maturation curves, chemical changes, tropical viticulture

1.1 Introdução

O cultivo de uva das espécies *Vitis labrusca* L. e híbridas para a elaboração de sucos é uma atividade incipiente em regiões de clima tropical do Sudeste do Brasil. Embora nessas regiões o cultivo de uvas para consumo *in natura*, especialmente da espécie *Vitis vinifera* L., seja uma atividade consolidada (COSTA; GOMES; TARSITANO, 2008), estudos devem ser realizados para caracterizar as novas cultivares de uva para suco sob as condições edafoclimáticas desses locais (RIBEIRO; LIMA; ALVES, 2012).

A fenologia da videira varia de acordo com o genótipo, as condições climáticas de cada região e até entre as diferentes safras de um mesmo vinhedo devido às variações sazonais dos parâmetros meteorológicos ao longo dos anos (BARROS et al., 2015; TECCHIO et al., 2014). Conhecer a duração das fases fenológicas das videiras torna possível programar as práticas de manejo da cultura, especialmente as que exigem mais mão de obra (ROBERTO et al., 2005). Para isso, as escalas fenológicas são utilizadas para estabelecer o período de cada fase, inclusive da colheita, das diferentes cultivares de uva ao longo de ciclos sucessivos (BARROS et al., 2015; HERNANDES et al., 2010; LOUREIRO et al., 2016).

A determinação das demandas térmicas, pelo conceito de graus-dia (GD), tem sido outra importante ferramenta utilizada para avaliar os estádios de desenvolvimento da videira (BARROS et al., 2015; BORGES et al., 2014b; NEIS et al., 2010). Esse conceito assume a existência de uma temperatura basal, abaixo da qual o crescimento vegetal pode ser desconsiderado e cada grau acima dessa temperatura base corresponde a um grau-dia (PEZZOPANE et al., 2008).

Aliado a essas ferramentas, o conhecimento das mudanças químicas que ocorrem do início ao fim da maturação da uva pode auxiliar o produtor na tomada de decisão sobre o momento ideal da colheita (ASSIS et al., 2011; PEDRO JÚNIOR et al., 2014), principalmente quando se trata de novas cultivares em uma região ainda pouco estudada. É durante o amadurecimento da uva que ocorrem os processos de síntese e degradação e/ou translocação de compostos desejáveis nas bagas, tais como os açúcares, ácidos orgânicos e os compostos fenólicos (CONDE et al., 2007). Assim, colher a uva no estágio de maturação adequado é um fator de extrema importância para a qualidade dos sucos.

Todas essas características agronômicas e fisiológicas das videiras podem ser influenciadas pelo porta-enxerto utilizado (BARROS et al., 2015; LOUREIRO et al., 2016). Um dos porta-enxertos mais utilizados no cultivo das uvas *V. vinifera* nas regiões de clima tropical do Sudeste brasileiro, desenvolvido pelo programa de melhoramento genético do Instituto Agronômico (IAC), é o 'IAC 572' [*V. caribaea* x 101-14 Mgt (*V. Riparia* x *V. Rupestris*)]. Com a implantação de novas cultivares em uma região, fazem-se necessárias novas pesquisas, uma vez que a interação copa x porta-enxerto pode sofrer variações com o solo e clima local (LEÃO; BRANDÃO; GONÇALVES, 2011).

Assim, o objetivo desse trabalho foi determinar a duração dos estádios fenológicos e as demandas térmicas das videiras, e analisar as mudanças químicas ocorridas durante o amadurecimento das uvas em três ciclos produtivos com o intuito de estimar o momento ideal da colheita de cultivares de uva *V. labrusca* e híbridas sobre diferentes porta-enxertos em região de clima tropical do Sudeste do Brasil.

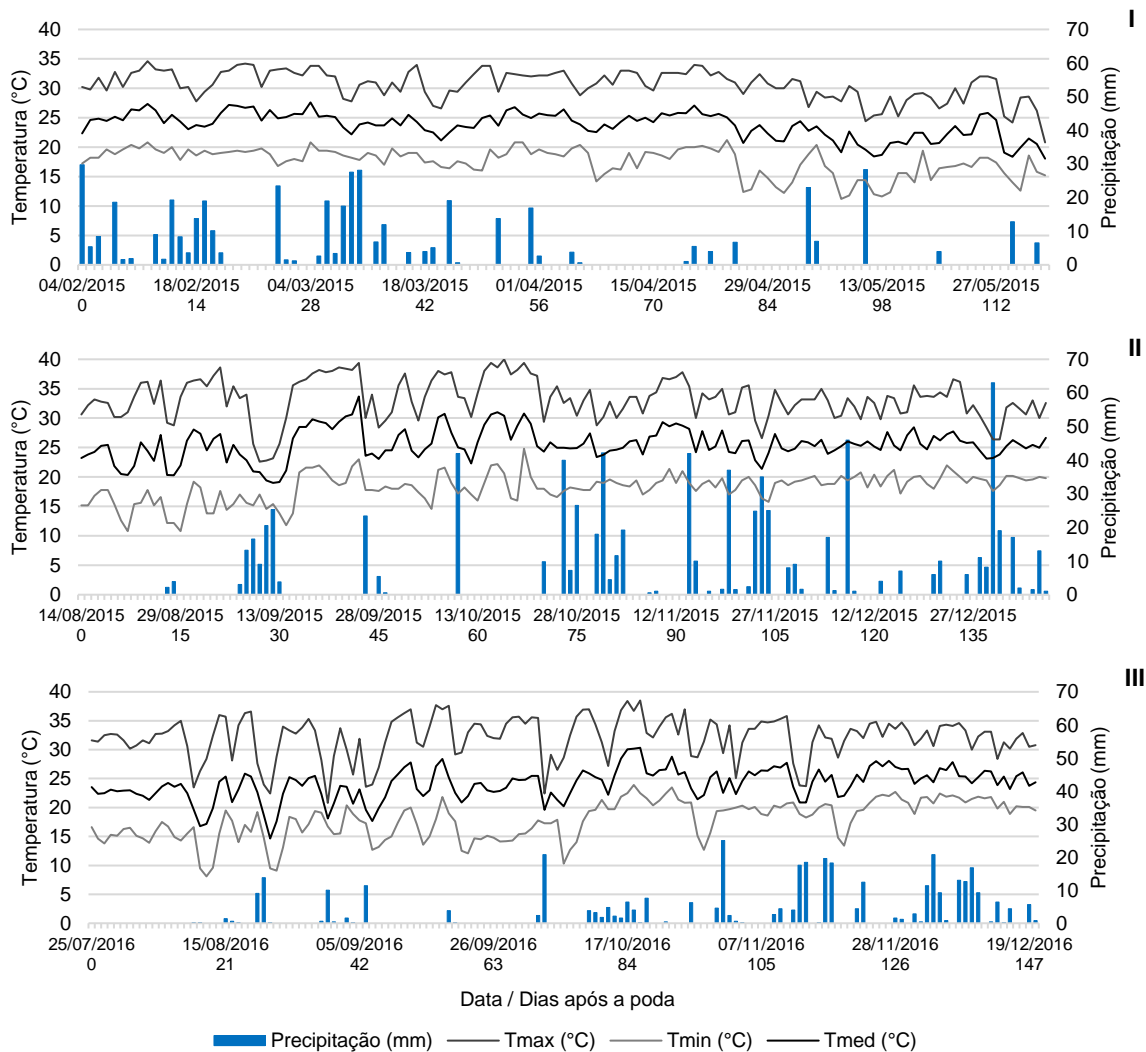
1.2 Material e Métodos

1.2.1 Local de execução do experimento

O estudo foi realizado durante três ciclos produtivos (2015/2016) em vinhedo experimental no Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, do Instituto Agronômico (IAC), localizado no município de Votuporanga (20° 20' S, 49° 58' O e 525 m de altitude), região Noroeste do estado de São Paulo, Brasil.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima local é classificado como tropical úmido (*Aw*), com temperatura média anual de 24,3 °C e precipitação anual de 1.449 mm, concentrada, principalmente, entre outubro e março (CEPAGRI, 2017). Os dados meteorológicos (temperaturas máximas, mínimas e médias e precipitação) obtidos durante a realização desse estudo foram registrados por uma estação meteorológica automática (Campbell Scientific®, Logan, UT, EUA) instalada no local onde o estudo foi realizado e são mostrados na Figura 1. O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, de acordo com os critérios publicados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2006).

Figura 1 – Dados meteorológicos¹ registrados durante três ciclos produtivos (2015/2016) de videiras no município de Votuporanga, região Noroeste do estado de São Paulo, Brasil.



¹Tmax, Tmin e Tmed: temperatura máxima, temperatura mínima e temperatura média, respectivamente. I, II e III: dados registrados no primeiro, segundo e terceiro ciclo produtivo, respectivamente. Os valores abaixo das datas representam o número de dias após a poda de produção em cada ciclo.

1.2.2 Condições de cultivo das videiras

O vinhedo foi implantado em agosto de 2013 com o plantio dos porta-enxertos utilizando o espaçamento de 2,0 m x 1,1 m, entre linhas e plantas, respectivamente, para o total de 4.545 plantas ha⁻¹. A enxertia das copas foi realizada em julho de 2014. As videiras foram conduzidas em sistema de espaldeira com cordão unilateral, com arames localizados a 1,0, 1,3, 1,6 e 1,9 m acima do nível do solo. O vinhedo foi coberto com tela de polietileno com 18% de sombreamento, para proteção contra o ataque de pássaros. Para a irrigação, foram empregados microaspersores invertidos com vazão média de 32 L h⁻¹, em espaçamento de 3,0 m x 2,0 m, suspensos na espaldeira. Os

emissores apresentaram um recobrimento de 100% da superfície do solo. Mais detalhes sobre o manejo de irrigação são encontrados em Conceição et al. (2017).

Foram avaliados três ciclos produtivos, com as podas de produção realizadas em 04 de fevereiro de 2015, 14 de agosto de 2015 e 25 de julho de 2016 para o primeiro (I), segundo (II) e terceiro (III) ciclo, respectivamente. Em todas elas manteve-se uma gema por esporão, e após a poda, cianamida hidrogenada a 5% foi aplicada para induzir e uniformizar a brotação das gemas.

1.2.3 Tratamentos

A cultivar Isabel Precoce (*Vitis labrusca* L.) e os híbridos BRS Carmem (Muscat Belly A x H 65.9.14), BRS Cora (Muscat Belly A x H. 65.9.14) e IAC 138-22 Máximo (Seibel 11342 x Syrah) foram cultivados sobre os porta-enxertos IAC 766 'Campinas' (106-8 Mgt x *Vitis caribaea*) e IAC 572 'Jales' [*V. caribaea* x 101-14 Mgt (*V. Riparia* x *V. Rupestris*)].

1.2.4 Avaliações e delineamento experimental

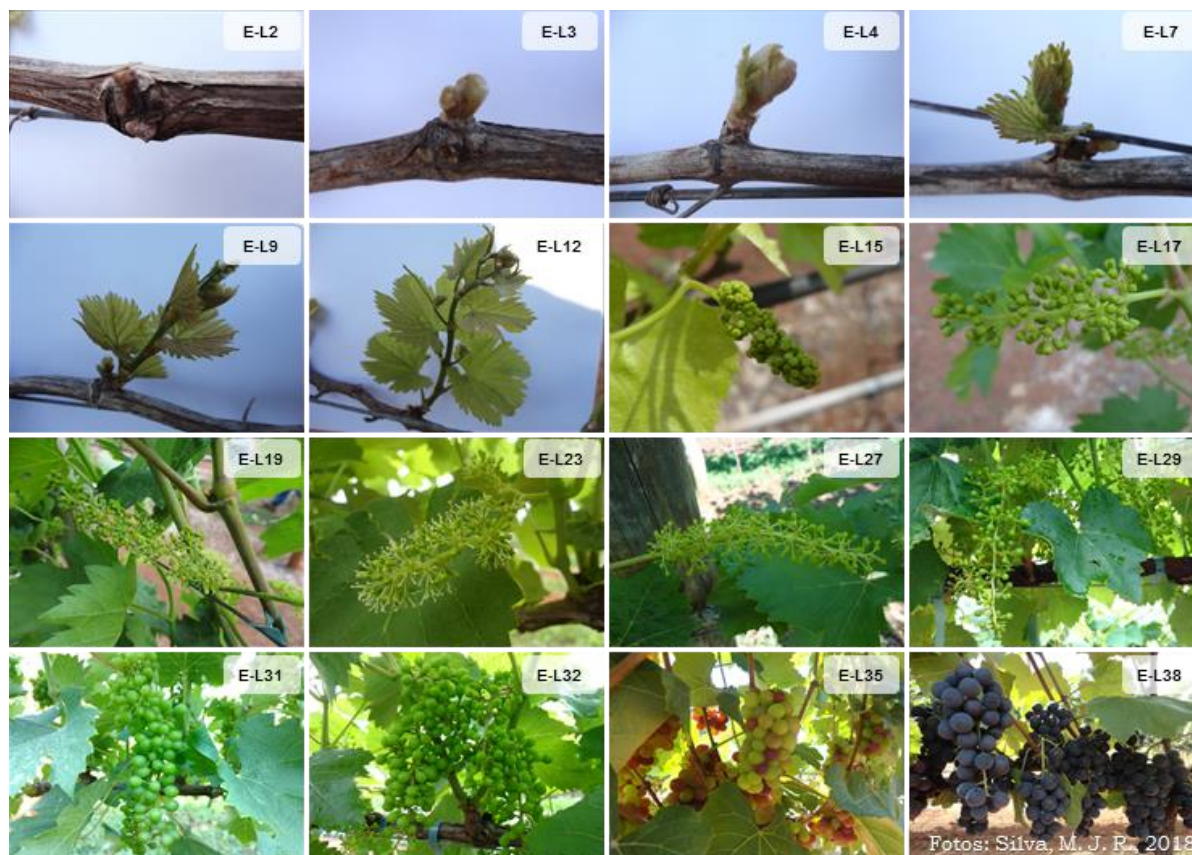
1.2.4.1 Fenologia e demandas térmicas das videiras

Utilizando a escala de Eichhorn e Lorenz (E-L), proposta por Coombe (1995) (ANEXO A), foram avaliados os seguintes estádios fenológicos: E-L2 - inchamento de gema, E-L3 - gema algodão (lã marrom visível), E-L4 - brotação (ponta verde, tecido da primeira folha visível), E-L7 - primeira folha separada, E-L9 - 2 ou 3 folhas separadas, E-L12 - 5 folhas separadas (inflorescência visível), E-L15 - alongamento da inflorescência (flores agrupadas), E-L17 - inflorescência desenvolvida (flores separadas), E-L19 - início da floração (primeiras flores abertas), E-L23 - plena floração (50% das flores abertas), E-L27 - frutificação (aumento das bagas, > 2 mm de diâmetro), E-L29 - baga tamanho "chumbinho" (4 mm de diâmetro), E-L31 - baga tamanho "ervilha" (7 mm de diâmetro), E-L32 - início da compactação do cacho, E-L35 - *veraison* (início da maturação, bagas começam colorir e amolecer), e E-L38 - colheita (maturação plena das bagas) (Figura 2).

Apenas um trabalhador treinado realizou todas as avaliações fenológicas das videiras durante os três ciclos produtivos. A duração dos estádios fenológicos foi determinada por meio de observações visuais realizadas de três a quatro vezes por

semana até a fase de florescimento e semanalmente entre essa fase e a colheita. A duração de cada estágio fenológico foi expressa em dias após a poda (DAP).

Figura 2 – Estádios fenológicos da videira determinados pela a escala de Eichhorn e Lorenz (E-L).



Nomenclaturas: E-L2, inchamento de gema; E-L3, gema algodão; E-L4, brotação; E-L7, primeira folha separada; E-L9, 2 ou 3 folhas separadas; E-L12, 5 folhas separadas; E-L15, alongamento da inflorescência; E-L17, inflorescência desenvolvida; E-L19, início da floração; E-L23, plena floração; E-L27, frutificação; E-L29, baga tamanho “chumbinho”; E-L31, baga tamanho “ervilha”; E-L32, início da compactação do cacho; E-L35, *veraison*; E-L38, maturação plena e colheita.

As demandas térmicas das videiras nos três ciclos foram calculadas pela soma de graus-dia (GD) da poda até os estádios fenológicos E-L4, E-L23, E-L27, E-L35 e E-L38. Foram utilizados os dados de temperaturas obtidos da estação meteorológica local, já citada anteriormente. A soma GD foi calculada usando as equações propostas por Villa Nova et al. (1972):

$$GD = ((T_m - T_b) + (T_M - T_m))/2, \text{ para } T_m > T_b; \quad (1)$$

$$GD = (T_M - T_b)^2 / 2(T_M - T_m), \text{ para } T_m < T_b; \quad (2)$$

$$GD = 0, \text{ para } T_M < T_b. \quad (3)$$

Em que: GD = graus-dia, TM = temperatura máxima diária (°C), Tm = temperatura mínima diária (°C); e Tb = temperatura base (°C). Adotou-se a temperatura base de 10 °C (PEDRO JÚNIOR et al., 1994).

Para o estudo da fenologia e as demandas térmicas das videiras foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 2 (quatro cultivares e dois porta-enxertos), com 5 blocos e 4 plantas por parcela.

1.2.4.2 Curvas de maturação das uvas

As curvas da maturação das uvas foram determinadas com base na evolução do pH, dos teores de sólidos solúveis (SS), açúcares redutores (AR) e acidez titulável (AT), e do índice de maturação (IM) das uvas. No início da maturação (E-L35), dez cachos por parcela experimental foram aleatoriamente selecionados e marcados para serem monitorados do momento da marcação até a maturação plena das uvas (E-L38). As bagas foram coletadas em intervalos que variaram de acordo com a cultivar copa e o ciclo produtivo, como mostrado na Tabela 1. Em cada amostragem foram coletadas seis bagas por cacho, totalizando 60 bagas por parcela.

Tabela 1 – Datas de poda e colheita e épocas de amostragem das bagas para determinação das curvas de maturação da uva em três ciclos produtivos (2015/2016).

Cultivar copa ¹	Ciclo produtivo ²	Data da poda	Épocas de amostragem (DAP) ³	Data da colheita
Isabel Precoce	I	04/02/15	82, 85, 90, 93, 97, 100 e 104	21/05/15
	II	14/08/15	88, 95, 102, 109 e 116	01/12/15
	III	25/07/16	105, 112, 119, 126 e 133	01/12/16
BRS Carmem	I	04/02/15	100, 104, 107, 111, 114 e 118	02/06/15
	II	14/08/15	109, 116, 123, 130, 137 e 144	07/01/16
	III	25/07/16	122, 129, 136, 143 e 150	20/12/16
BRS Cora	I	04/02/15	90, 93, 97, 100, 104, 107, 111	27/05/15
	II	14/08/15	98, 102, 109, 116, 123 e 130	08/12/15
	III	25/07/16	105, 112, 119, 126, 133	01/12/16
IAC138-22 Máximo	I	04/02/15	82, 85, 90, 93, 97, 100, 104 e 107	21/05/15
	II	14/08/15	88, 95, 102, 109 e 116	08/12/15
	III	25/07/16	94, 101, 108, 115, 122, 129 e 136	01/12/16

¹ Os dados representam a cultivar copa em ambos porta-enxertos estudados ('IAC 766' e 'IAC 572').

² I, II e III: primeiro, segundo e terceiro ciclo produtivo, respectivamente.

³ DAP: dias após a poda

O teor de SS (°Brix) foi determinado em refratômetro digital (Reichert®, modelo r2i300, Buffalo, NY, EUA). A AT (% de ácido tartárico) foi determinada por titulação de NaOH 0,1 N até o ponto de equivalência do pH = 8,2. O pH foi mensurado através da leitura direta do mosto em pHmetro (Tecnal®, Piracicaba, SP, Brasil). O IM foi obtido através da relação SS/AT. Essas análises foram realizadas utilizando metodologia do

Instituto Adolfo Lutz (BRASIL, 2005). O teor de AR foi determinado pelo método colorimétrico de Somogy-Nelson (NELSON, 1944). Os valores da absorvância a 535 nm foram comparados a uma curva de calibração de glicose em espectrofotômetro UV/vis (BEL Photonics®, Piracicaba, SP, Brasil).

As curvas de maturação foram determinadas separadamente por cultivar copa utilizando-se o delineamento experimental em blocos casualizados com parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas pelos porta-enxertos ('IAC 766' e 'IAC 572'), e as subparcelas, pelas épocas de amostragem.

1.2.5 Análises estatísticas

Os valores médios de três ciclos produtivos dos dados de fenologia e das demandas térmicas foram submetidos à análise de variância (*two-way* ANOVA) para determinar o efeito das cultivares copa e dos porta-enxertos, e sua interação. Para comparação das médias de ambos os fatores foi utilizado teste Tukey ($p < 0,05$).

Os dados das curvas de maturação foram submetidos à análise de variância (*two-way* ANOVA) para determinar o efeito dos porta-enxertos (parcelas) e das épocas de amostragem (subparcelas), e sua interação. As médias dos porta-enxertos foram comparadas pelo teste Tukey ($p < 0,05$), enquanto que as médias das épocas de amostragem foram ajustadas a modelos de regressão com base na significância do teste F ($p < 0,05$). Essas análises foram realizadas com auxílio do programa estatístico SISVAR versão 5.4 (Lavras, MG, Brasil).

Em seguida, os dados de fenologia e das demandas térmicas foram usados nas análises multivariadas com o objetivo de agrupar as combinações copa/porta-enxerto quanto à duração dos ciclos. O agrupamento hierárquico foi obtido pelo método UPGMA, utilizando-se a distância Euclidiana de dissimilaridade. Para essa análise, foi utilizado o software XLSTAT versão 19.4 (Addinsoft, NY, EUA).









1.3 Resultados

1.3.1 Fenologia

Não houve interação significativa entre as copas e os porta-enxertos em todos os estádios fenológicos avaliados, assim os efeitos isolados de ambos os fatores foram analisados separadamente (Tabela 2).







Analisando o efeito isolado dos porta-enxertos, nenhuma diferença significativa entre 'IAC 766' e 'IAC 572' foi verificada na fenologia das videiras.

Tabela 2 – Estádios fenológicos (em dias após a poda) de videiras *Vitis labrusca* e híbridas cultivadas sobre os porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' sob condições tropicais no Sudeste do Brasil em três ciclos produtivos (2015/2016).

		Cultivar copa					Porta-enxerto		
Estádio fenológico ¹	Ciclo ²	Isabel Precoce	BRS Carmem	BRS Cora	IAC 138-22 Máximo	Valor <i>p</i>	IAC 766	IAC 572	Valor <i>p</i>
E-L2 	I	7,5 ± 0,9	10,9 ± 1,0	7,9 ± 1,6	4,6 ± 0,9		8,0 ± 2,4	7,5 ± 2,6	
	II	7,5 ± 0,9	14,0 ± 7,3	9,7 ± 1,2	9,2 ± 1,5		9,7 ± 2,2	10,5 ± 5,9	
	III	12,6 ± 0,3	13,8 ± 1,6	11,1 ± 1,0	10,1 ± 0,3		11,7 ± 1,6	12,0 ± 1,8	
	Md	9,2 ± 0,5 ^b	12,9 ± 2,8 ^a	9,6 ± 0,8 ^b	8,0 ± 0,7 ^b	< 0,01	9,8 ± 1,7	10,0 ± 2,9	0,678
E-L3 	I	9,9 ± 0,7	14,0 ± 1,9	11,0 ± 1,5	8,2 ± 0,5		11,0 ± 2,3	10,5 ± 2,7	
	II	10,4 ± 1,1	19,9 ± 6,5	13,4 ± 1,5	12,6 ± 1,4		13,8 ± 3,3	14,3 ± 6,2	
	III	14,8 ± 0,4	16,7 ± 2,1	13,8 ± 1,3	12,0 ± 0,6		14,2 ± 2,3	14,5 ± 1,9	
	Md	11,7 ± 0,6 ^{bc}	16,9 ± 2,7 ^a	12,8 ± 0,9 ^b	10,9 ± 0,6 ^c	< 0,01	13,0 ± 2,2	13,1 ± 3,2	0,836
E-L4 	I	12,0 ± 0,9	16,9 ± 2,0	14,1 ± 2,4	10,3 ± 0,6		13,7 ± 3,0	13,0 ± 2,9	
	II	12,8 ± 1,6	24,5 ± 5,9	18,4 ± 0,7	15,8 ± 1,8		18,0 ± 4,4	17,8 ± 6,2	
	III	16,3 ± 0,8	19,5 ± 2,4	15,6 ± 1,3	14,1 ± 0,8		16,3 ± 2,7	16,4 ± 2,3	
	Md	13,7 ± 0,8 ^c	20,3 ± 2,7 ^a	16,0 ± 0,9 ^b	13,4 ± 0,8 ^c	< 0,01	16,0 ± 2,9	15,7 ± 3,4	0,522
E-L7 	I	14,7 ± 1,4	20,4 ± 1,8	17,5 ± 2,4	12,4 ± 0,6		16,8 ± 3,4	15,7 ± 3,4	
	II	15,8 ± 1,7	29,6 ± 5,1	21,6 ± 0,9	18,7 ± 1,6		21,4 ± 5,0	21,5 ± 6,8	
	III	18,0 ± 1,0	21,5 ± 1,7	17,7 ± 1,5	15,4 ± 1,0		18,2 ± 2,7	18,1 ± 2,5	
	Md	16,2 ± 1,0 ^c	23,8 ± 2,3 ^a	18,9 ± 1,1 ^b	15,5 ± 0,8 ^c	< 0,01	18,8 ± 3,3	18,4 ± 3,9	0,397
E-L9 	I	18,3 ± 1,4	23,3 ± 1,5	21,1 ± 2,3	15,4 ± 0,6		19,9 ± 3,4	19,1 ± 3,4	
	II	19,1 ± 1,2	32,4 ± 4,8	25,9 ± 1,1	21,9 ± 2,4		24,9 ± 4,9	24,8 ± 6,6	
	III	21,2 ± 0,3	24,6 ± 3,9	21,3 ± 1,1	17,6 ± 1,8		21,2 ± 4,1	21,2 ± 2,4	
	Md	19,5 ± 0,6 ^c	26,8 ± 2,6 ^a	22,8 ± 1,1 ^b	18,3 ± 1,2 ^c	< 0,01	22,0 ± 3,5	21,7 ± 3,8	0,478
E-L12 	I	21,4 ± 1,1	26,7 ± 1,5	24,0 ± 2,4	19,3 ± 0,6		23,2 ± 3,1	22,5 ± 3,2	
	II	22,0 ± 1,1	35,8 ± 4,6	29,0 ± 0,9	25,2 ± 2,6		28,0 ± 4,8	27,9 ± 6,8	
	III	27,9 ± 3,7	39,1 ± 3,5	27,2 ± 3,5	20,0 ± 2,1		28,3 ± 7,0	28,8 ± 8,3	
	Md	23,7 ± 1,2 ^c	33,8 ± 2,6 ^a	26,7 ± 1,5 ^b	21,5 ± 1,5 ^d	< 0,01	26,5 ± 4,4	26,4 ± 5,7	0,868
E-L15 	I	24,3 ± 1,0	30,3 ± 2,1	27,0 ± 2,2	25,8 ± 0,9		27,0 ± 2,5	26,7 ± 3,0	
	II	26,5 ± 1,6	38,3 ± 4,9	31,2 ± 1,2	28,9 ± 1,4		30,9 ± 4,2	31,5 ± 6,1	
	III	35,5 ± 1,0	42,7 ± 4,3	35,4 ± 1,1	33,5 ± 2,5		37,0 ± 4,6	36,6 ± 4,2	
	Md	28,8 ± 0,7 ^c	37,1 ± 2,9 ^a	31,2 ± 1,1 ^b	29,4 ± 1,0 ^{bc}	< 0,01	31,6 ± 3,3	31,6 ± 4,1	0,985
E-L17 	I	26,9 ± 0,8	33,2 ± 2,7	29,8 ± 3,0	27,8 ± 0,7		29,6 ± 2,9	29,2 ± 3,4	
	II	29,2 ± 1,4	40,6 ± 5,3	33,1 ± 1,5	32,1 ± 0,4		33,2 ± 3,9	34,2 ± 6,2	
	III	39,3 ± 0,4	45,2 ± 5,0	39,9 ± 0,2	38,7 ± 0,9		41,0 ± 4,4	40,6 ± 2,7	
	Md	31,8 ± 0,6 ^c	39,7 ± 3,1 ^a	34,2 ± 1,3 ^b	32,9 ± 0,4 ^{bc}	< 0,01	34,6 ± 3,2	34,7 ± 3,9	0,928
E-L19 	I	29,7 ± 0,9	34,9 ± 2,5	32,0 ± 2,8	29,7 ± 0,7		31,8 ± 2,6	31,3 ± 3,2	
	II	32,2 ± 0,5	43,6 ± 6,3	35,9 ± 1,8	34,8 ± 0,5		35,9 ± 3,5	37,3 ± 6,7	
	III	41,8 ± 0,3	47,7 ± 5,2	41,9 ± 0,2	41,4 ± 0,6		43,4 ± 4,5	43,0 ± 2,6	
	Md	34,5 ± 0,4 ^b	42,1 ± 3,5 ^a	36,6 ± 1,4 ^b	35,3 ± 0,2 ^b	< 0,01	37,0 ± 3,0	37,2 ± 4,0	0,759
E-L23 	I	33,0 ± 0,8	37,9 ± 2,6	34,8 ± 2,6	33,2 ± 0,3		34,8 ± 2,3	34,6 ± 3,1	
	II	39,0 ± 0,0	50,0 ± 7,7	42,3 ± 1,0	41,7 ± 0,9		42,2 ± 3,2	44,3 ± 7,2	
	III	45,4 ± 0,6	52,1 ± 5,7	45,8 ± 0,4	44,9 ± 0,3		47,2 ± 5,3	46,9 ± 2,4	
	Md	39,1 ± 0,3 ^b	46,7 ± 3,7 ^a	41,0 ± 0,9 ^b	39,9 ± 0,2 ^b	< 0,01	41,4 ± 3,1	41,9 ± 3,9	0,396

(Continua)

Tabela 2 – Estádios fenológicos (em dias após a poda) de videiras *Vitis labrusca* e híbridas cultivadas sobre os porta-enxertos ‘IAC 766’ e ‘IAC 572’ sob condições tropicais no Sudeste do Brasil em três ciclos produtivos (2015/2016).

									(Conclusão)
E-L27		I	36,6 ± 1,0	44,3 ± 3,0	40,1 ± 3,1	38,2 ± 1,9	39,8 ± 3,6	39,8 ± 3,9	
		II	42,0 ± 0,0	57,5 ± 7,8	46,4 ± 1,3	46,0 ± 0,0	47,4 ± 5,5	48,6 ± 8,3	
		III	47,8 ± 0,3	56,3 ± 7,1	47,9 ± 0,2	47,0 ± 0,0	50,3 ± 6,7	49,2 ± 2,9	
		Md	42,1 ± 0,3 ^c	52,7 ± 3,7 ^a	44,8 ± 1,0 ^b	43,7 ± 0,6 ^{bc}	< 0,01	45,8 ± 4,6	45,9 ± 4,6
E-L29		I	40,2 ± 1,5	47,7 ± 3,2	43,2 ± 2,8	41,7 ± 1,5	43,2 ± 3,5	43,2 ± 3,9	
		II	44,0 ± 0,0	60,8 ± 7,9	49,5 ± 1,5	49,0 ± 0,0	50,1 ± 5,7	51,5 ± 8,7	
		III	49,0 ± 0,0	58,7 ± 7,8	49,0 ± 0,0	49,0 ± 0,0	52,0 ± 7,3	50,9 ± 3,4	
		Md	44,4 ± 0,5 ^c	55,8 ± 3,4 ^a	47,2 ± 0,9 ^b	46,6 ± 0,5 ^{bc}	< 0,01	48,4 ± 4,6	48,5 ± 4,9
E-L31		I	43,7 ± 2,2	51,5 ± 3,3	47,2 ± 2,2	46,8 ± 0,7	47,2 ± 3,4	47,4 ± 3,8	
		II	46,0 ± 0,0	68,9 ± 7,6	53,5 ± 1,5	53,0 ± 0,0	55,3 ± 9,2	55,4 ± 9,6	
		III	56,0 ± 0,0	68,8 ± 9,8	56,0 ± 0,0	56,0 ± 0,0	59,3 ± 9,3	59,1 ± 5,8	
		Md	48,6 ± 0,7 ^c	63,1 ± 4,4 ^a	52,2 ± 0,7 ^b	51,9 ± 0,2 ^b	< 0,01	53,9 ± 6,1	54,0 ± 5,9
E-L32		I	48,7 ± 2,7	62,3 ± 3,7	53,5 ± 2,8	53,8 ± 0,7	54,4 ± 5,3	54,8 ± 6,1	
		II	49,0 ± 0,0	77,4 ± 7,6	57,8 ± 3,8	61,4 ± 2,9	61,2 ± 9,7	61,6 ± 9,1	
		III	63,0 ± 0,0	78,7 ± 9,9	63,0 ± 0,0	63,0 ± 0,0	66,9 ± 9,7	66,9 ± 7,9	
		Md	53,6 ± 0,9 ^c	72,8 ± 5,9 ^a	58,1 ± 1,6 ^b	59,4 ± 1,0 ^b	< 0,01	60,8 ± 8,0	61,1 ± 7,9
E-L35		I	80,0 ± 1,6	96,9 ± 3,7	84,6 ± 3,2	78,1 ± 1,4	84,9 ± 7,7	84,9 ± 8,2	
		II	77,7 ± 2,2	111,7 ± 3,6	96,8 ± 9,4	84,0 ± 0,0	92,8 ± 9,6	92,3 ± 9,6	
		III	91,8 ± 2,4	102,0 ± 9,7	92,0 ± 3,2	92,0 ± 3,2	95,0 ± 8,9	93,8 ± 6,2	
		Md	83,1 ± 1,1 ^c	103,5 ± 4,3 ^a	91,1 ± 4,0 ^b	84,7 ± 1,0 ^c	< 0,01	90,9 ± 9,0	90,3 ± 8,4
E-L38		I	106,0 ± 0,0	118,0 ± 0,0	112,0 ± 0,0	106,0 ± 0,0	110,5 ± 5,1	110,5 ± 5,1	
		II	110,0 ± 0,0	147,0 ± 0,0	117,0 ± 0,0	117,0 ± 0,0	122,8 ± 9,7	122,8 ± 9,7	
		III	129,0 ± 0,0	148,0 ± 0,0	129,0 ± 0,0	129,0 ± 0,0	133,8 ± 8,4	133,8 ± 8,4	
		Md	115,0 ± 0,0	137,7 ± 0,0	119,3 ± 0,0	117,3 ± 0,0	NA	122,3 ± 9,2	122,3 ± 9,2

Os resultados são expressos como valor médio ± desvio padrão ($n = 5$). Médias seguidas de letras distintas na linha dentro de cada fator (cultivar copa e porta-enxerto) diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$). NA: não analisado por ANOVA e teste Tukey.

¹ Estádios fenológicos determinados utilizando a escala de Eichhorn e Lorenz (E-L): E-L2, inchamento de gema; E-L3, gema algodão; E-L4, brotação; E-L7, primeira folha separada; E-L9, 2 ou 3 folhas separadas; E-L12, 5 folhas separadas; E-L15, alongamento da inflorescência; E-L17, inflorescência desenvolvida; E-L19, início da floração; E-L23, plena floração; E-L27, frutificação; E-L29, baga tamanho “chumbinho”; E-L31, baga tamanho “ervilha”; E-L32, início da compactação do cacho; E-L35, *veraison*; E-L38, colheita.

² I, II e III: dados do primeiro, segundo e terceiro ciclo produtivo, respectivamente. Md representa a média dos três ciclos.

Dentre as cultivares copa, a ‘BRS Carmem’ foi a mais tardia em todos os estádios fenológicos avaliados. O início da brotação (E-L4) nessa cultivar ocorreu aos 20,3 dias após a poda (DAP), em torno de quatro dias após a ‘BRS Cora’ e sete dias após as videiras ‘Isabel Precoce’ e IAC 138-22 ‘Máximo’. Essa diferença entre as cultivares permaneceu nos estágios subsequentes relacionados ao desenvolvimento dos ramos e inflorescências. No entanto, a partir do estágio E-L 9, o intervalo em número de dias aumentou gradualmente.

As videiras ‘Isabel Precoce’, ‘BRS Cora’ e IAC 138-22 ‘Máximo’ atingiram a fase de plena floração (E-L23) em média aos 40 DAP, aproximadamente sete dias antes da ‘BRS Carmem’, que atingiu o mesmo estágio aos 46,7 DAP.

Os maiores intervalos entre as fases fenológicas ocorreram do início da compactação do cacho ao início da maturação (E-L33 a E-L35), e entre o início da maturação e a colheita (E-L35 a E-L38). O estágio de *veraison* nas cultivares Isabel Precoce e IAC 138-22 Máximo ocorreu por volta de 84 DAP, por sua vez as videiras 'BRS Cora' e 'BRS Carmem' necessitaram de 91 e 104 dias, respectivamente para alcançarem essa mesma fase. A partir do estágio E-L35, o tempo necessário para as bagas completarem sua maturação foi de 28 dias para a 'BRS Cora', 32 dias para as cultivares Isabel Precoce e IAC 138-22 Máximo, e 35 dias para a 'BRS Carmem'.

Com isso, o tempo médio para as cultivares Isabel Precoce, IAC 138-22 Máximo, BRS Cora e BRS Carmem atingirem a fase de colheita foi de 115, 117, 119 e 138 dias, respectivamente. A colheita foi realizada quando 50% dos cachos atingiram o estágio E-L38. Nesse momento, todos os cachos da mesma cultivar foram colhidos ao mesmo tempo. Devido a isso, nenhuma variação neste estágio fenológico foi detectada, tornando impossível submeter os dados à ANOVA.






1.3.2 Demandas térmicas

Assim como observado para a fenologia, não houve interação significativa entre os porta-enxertos e as cultivares copa nas demandas térmicas das videiras (Tabela 3). Analisando separadamente, não houve efeito dos porta-enxertos no acúmulo de graus-dia (GD) das videiras nas fases fenológicas avaliadas. No entanto, essa característica variou fortemente entre as copas.

As necessidades térmicas da 'BRS Carmem' foram superiores às demais cultivares em todas as fases estudadas. Por outro lado, 'Isabel Precoce' e IAC 138-22 'Máximo' foram semelhantes entre si nessa característica. Para atingir o estágio E-L4, a 'BRS Carmem' necessitou de 238 GD, enquanto 'Isabel Precoce' e IAC 138-22 'Máximo' exigiram em torno de 163 GD. De modo geral, a 'BRS Cora' apresentou valores intermediários, por vezes assemelhando-se às cultivares mais precoces, como observado nos estádios E-L23 e E-L27, nas quais a soma térmica não diferiu das cultivares 'Isabel Precoce' e IAC 138-22 'Máximo', com uma média de 448 e 488 GD para atingirem a plena floração e o início da frutificação, respectivamente.

Em média, a demanda térmica das cultivares Isabel Precoce, IAC 138-22 Máximo, BRS Cora e BRS Carmem para completar seus respectivos ciclos produtivos foi de 1286, 1312, 1333 e 1528 GD, respectivamente.

Tabela 3 – Demandas térmicas (em graus-dia) da poda a diferentes fases fenológicas da videira de variedades *Vitis labrusca* e híbridas cultivadas sobre os porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' sob condições tropicais no Sudeste do Brasil em três ciclos produtivos (2015/2016).

Estádio fenológico ¹	Ciclo ²	Cultivar				Valor <i>p</i>	Porta-enxerto		Valor <i>p</i>
		Isabel Precoce	BRS Carmem	BRS Cora	IAC 138-22 Máximo		IAC 766	IAC 572	
 E-L4	I	143 ± 7	193 ± 21	163 ± 25	126 ± 8		161 ± 30	152 ± 31	
	II	158 ± 17	299 ± 69	226 ± 11	192 ± 22		220 ± 53	218 ± 75	
	III	186 ± 7	223 ± 27	181 ± 11	170 ± 7		190 ± 28	190 ± 23	
	Md	162 ± 7 ^c	238 ± 30 ^a	190 ± 9 ^b	163 ± 9 ^c	< 0,01	190 ± 32	186 ± 39	0,465
 E-L23	I	370 ± 7	423 ± 27	391 ± 28	373 ± 4		390 ± 25	389 ± 32	
	II	461 ± 0	598 ± 96	504 ± 0	500 ± 14		504 ± 39	528 ± 89	
	III	479 ± 6	559 ± 66	482 ± 4	473 ± 3		501 ± 62	496 ± 30	
	Md	437 ± 2 ^b	527 ± 44 ^a	459 ± 10 ^b	449 ± 4 ^b	< 0,01	465 ± 36	471 ± 47	0,395
 E-L27	I	409 ± 10	486 ± 29	446 ± 33	426 ± 19		441 ± 36	442 ± 40	
	II	504 ± 0	691 ± 102	550 ± 15	545 ± 0		565 ± 66	581 ± 105	
	III	508 ± 4	611 ± 82	508 ± 4	497 ± 0		537 ± 80	524 ± 35	
	Md	474 ± 3 ^b	596 ± 46 ^a	501 ± 11 ^b	489 ± 6 ^b	< 0,01	514 ± 53	516 ± 55	0,855
 E-L35	I	875 ± 15	1038 ± 33	923 ± 32	851 ± 15		921 ± 76	923 ± 80	
	II	943 ± 24	1320 ± 32	1160 ± 131	1010 ± 0		1114 ± 168	1102 ± 159	
	III	1026 ± 28	1127 ± 126	1028 ± 34	1028 ± 34		1056 ± 91	1048 ± 67	
	Md	948 ± 12 ^c	1162 ± 45 ^a	1037 ± 46 ^b	963 ± 12 ^c	< 0,01	1031 ± 96	1024 ± 89	0,586
 E-L38	I	1117 ± 0	1226 ± 0	1179 ± 0	1117 ± 0		1160 ± 47	1160 ± 47	
	II	1301 ± 0	1710 ± 0	1380 ± 0	1380 ± 0		1443 ± 162	1443 ± 162	
	III	1439 ± 0	1649 ± 0	1439 ± 0	1439 ± 0		1491 ± 93	1491 ± 93	
	Md	1286 ± 0	1528 ± 0	1333 ± 0	1312 ± 0	NA	1365 ± 99	1365 ± 99	NA

Os resultados são expressos como valor médio ± desvio padrão ($n = 5$). Médias seguidas de letras distintas na linha dentro de cada fator (cultivar copa e porta-enxerto) diferem entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$). NA: não analisado por ANOVA e teste Tukey.

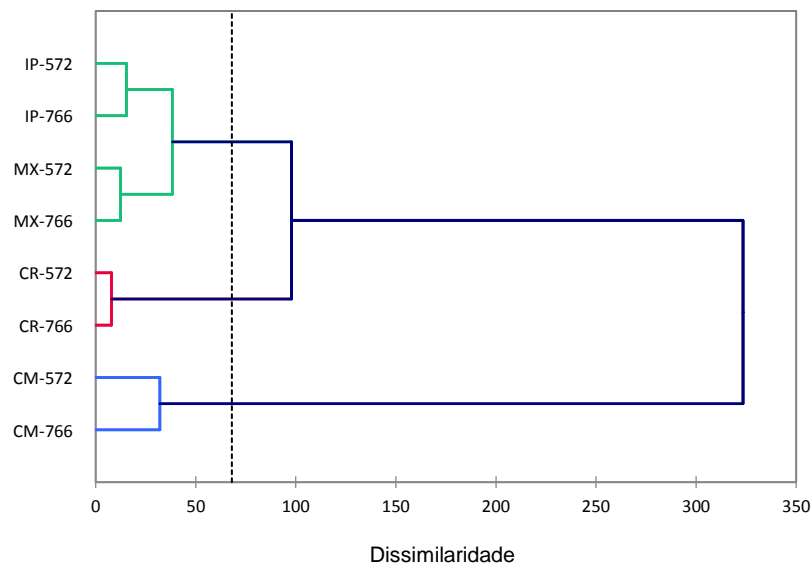
¹ Estádios fenológicos determinados utilizando a escala de Eichhorn e Lorenz (E-L): E-L4, brotação; E-L23, plena floração; E-L27, frutificação; E-L35, *veraison*; E-L38, maturação plena e colheita.

² I, II e III: dados do primeiro, segundo e terceiro ciclo produtivo, respectivamente. Md representa a média dos três ciclos.

1.3.3 Análise de agrupamento

A análise de agrupamento hierárquico utilizando-se a distância Euclidiana de dissimilaridade agrupou as oito combinações copa/porta-enxerto em três grupos distintos (Figura 3). Essa análise, realizada com os dados dos estádios fenológicos determinados em função dos dias após a poda e aqueles nos quais se empregou o conceito de graus-dia, corrobora os resultados mostrados nas Tabelas 2 e 3. Claramente não houve efeito dos porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' em cada cultivar copa. Dentre essas, 'BRS Carmem' foi agrupada separadamente das demais, comprovando seu caráter tardio. Por outro lado, as cultivares Isabel Precoce e IAC 138-22 Máximo formaram outro grupo, distinto da 'BRS Cora', que também foi agrupada separadamente.

Figura 3 – Dendrograma de dissimilaridade entre oito combinações copa/porta-enxerto obtido por análise hierárquica de agrupamento utilizando o método UPGMA.



Nomenclaturas: IP, Isabel Precoce; CM, BRS Carmem; CR, BRS Cora; MX, IAC 138-22 Máximo; 766, porta-enxerto 'IAC 766'; 572, porta-enxerto 'IAC 572'.

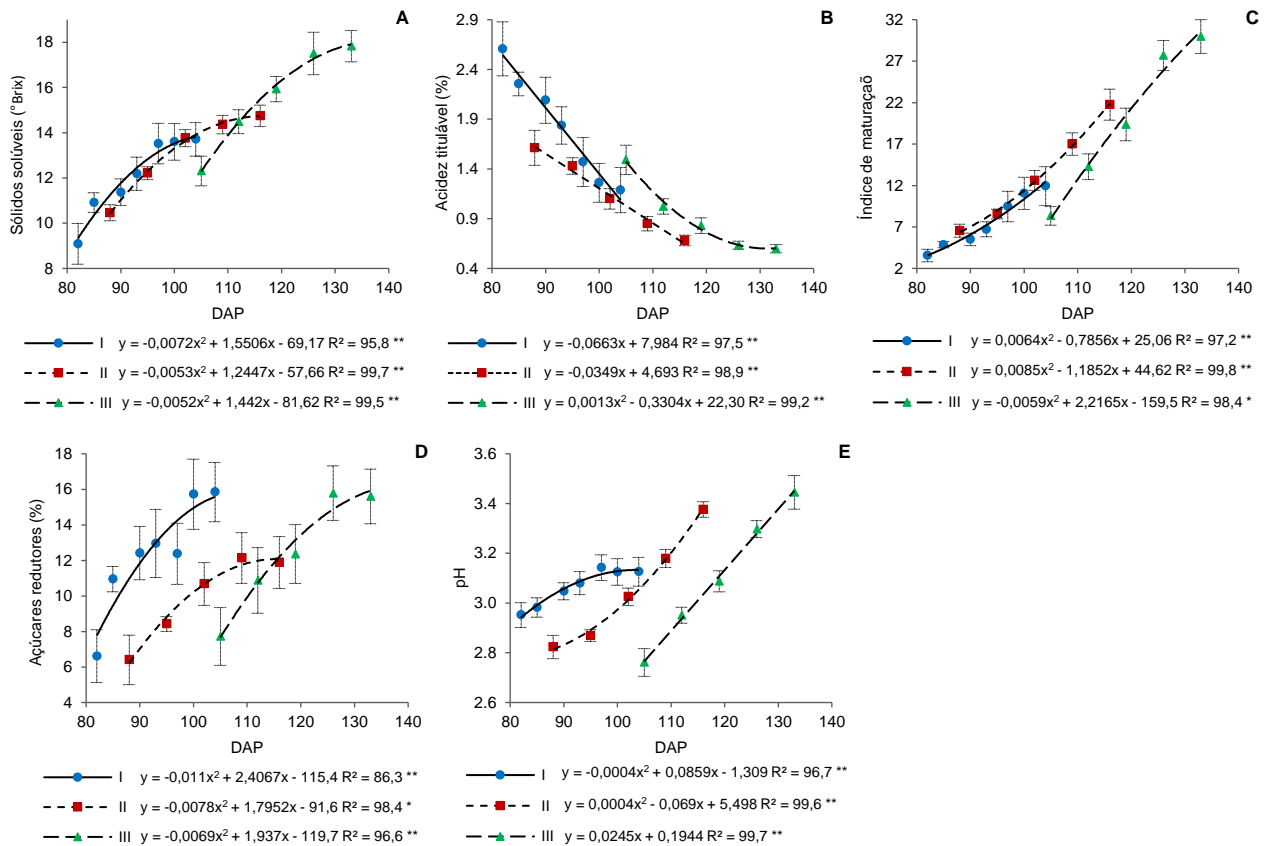
1.3.4 Curvas de maturação

Não houve interação significativa entre os porta-enxertos e a época de amostragem das bagas na determinação das curvas de maturação em todas as cultivares, sendo os efeitos de cada fator analisados separadamente.

1.3.4.1 Isabel Precoce

Modelos de regressão quadrática foram ajustados para expressar o aumento de SS, AR e IM nos três ciclos da uva 'Isabel Precoce' (Figura 4). No segundo ciclo, os teores de SS e AR atingiram o valor máximo aos 115 DAP, alcançando 14,75 °Brix e 11,71 % de glicose, respectivamente. A AT reduziu de forma linear nos Ciclos I e II, com redução de 0,066 % e 0,035 % por dia, respectivamente. No entanto, no terceiro ciclo ajustou-se melhor o modelo de regressão quadrática para expressar essa redução, com valor mínimo obtido aos 131 DAP, quando a AT atingiu 0,61 % de ácido tartárico.

Figura 4 – Mudanças químicas durante a maturação da uva ‘Isabel Precoce’ cultivada sob condições tropicais na região Sudeste do Brasil em três ciclos produtivos (2015/2016).



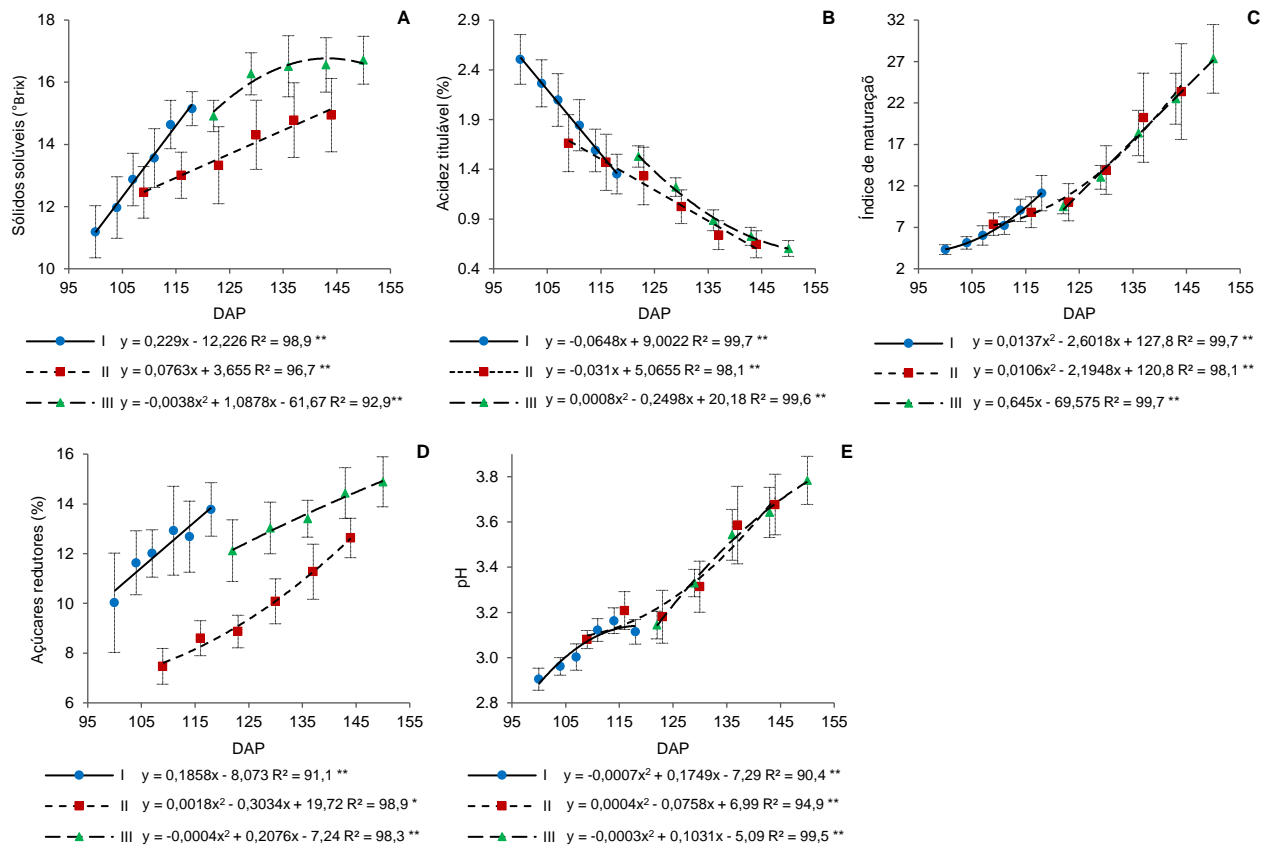
Barras verticais indicam desvio padrão da média ($n = 5$). * e **, coeficiente de determinação (R^2) significativo a $p < 0,05$ e $p < 0,01$, respectivamente. I, II e III: análises realizadas no primeiro, segundo e terceiro ciclo produtivo, respectivamente. Acidez titulável em % de ácido tartárico, açúcares redutores em % glicose. DAP: dias após a poda.

1.3.4.2 BRS Carmem

O teor de SS das uvas ‘BRS Carmem’ aumentou de forma linear apenas no Ciclo I, variando de 10,69 °Brix no início da maturação para 14,65 °Brix no final, um aumento de 0,23 °Brix por dia. Para expressar o aumento desses compostos nos Ciclos II e III, ajustaram-se modelos de regressão quadrática, sendo que no último ciclo foi possível obter o valor máximo da função, que ocorreu aos 143 DAP, quando a uva apresentava 16,28 °Brix (Figura 5).

Modelos de regressão quadrática também foram usados para expressar o aumento de pH nos três ciclos e do IM nos Ciclos I e II, bem como para expressar a redução da AT no Ciclo III. Nos dois primeiros ciclos, a redução na acidez ocorreu de forma linear, com decréscimo de 0,065 % por dia no Ciclo I e 0,031 % de ácido tartárico por dia no Ciclo II.

Figura 5 – Mudanças químicas durante a maturação da uva ‘BRS Carmem’ cultivada sob condições tropicais na região Sudeste do Brasil em três ciclos produtivos (2015/2016).



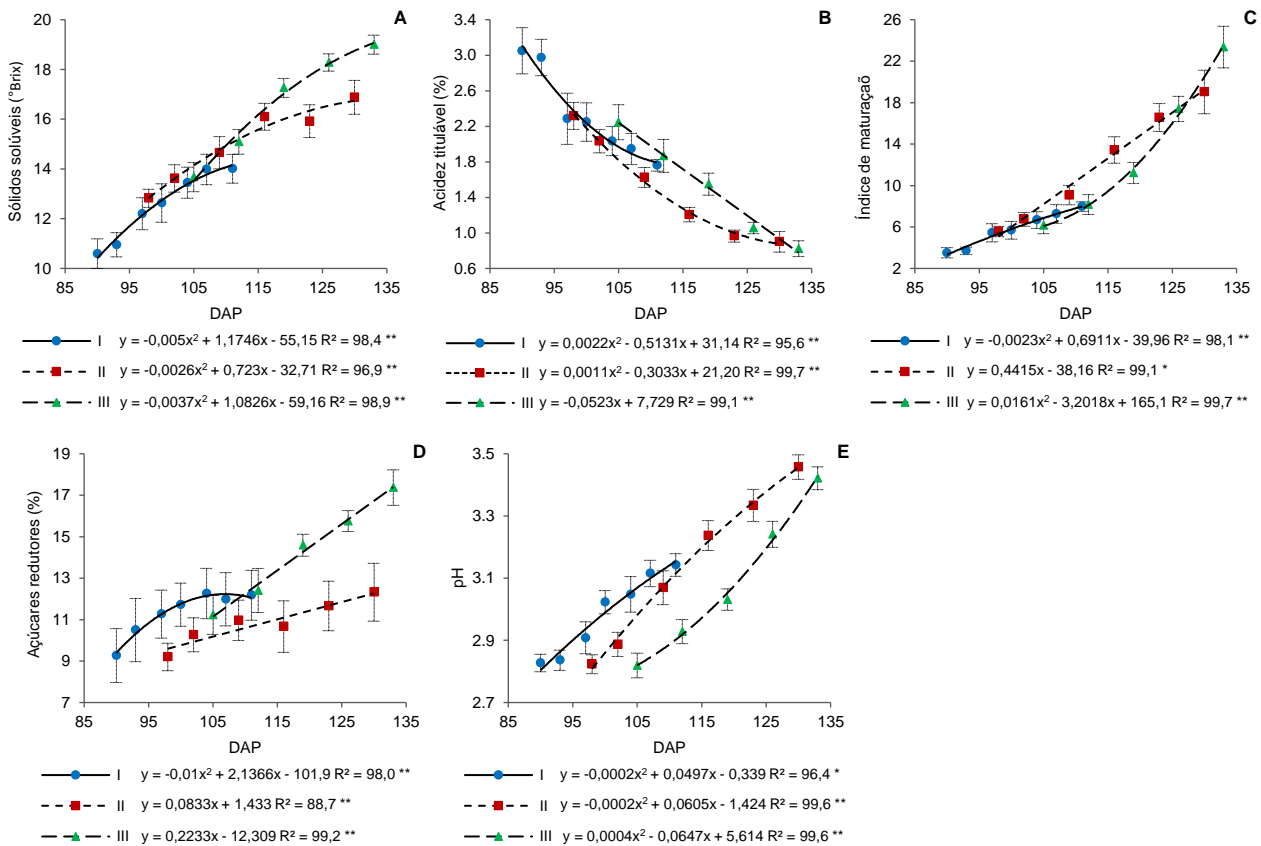
Barras verticais indicam desvio padrão da média ($n = 5$). * e **, coeficiente de determinação (R^2) significativo a $p < 0,05$ e $p < 0,01$, respectivamente. I, II e III: análises realizadas no primeiro, segundo e terceiro ciclo produtivo, respectivamente. Acidez titulável em % de ácido tartárico, açúcares redutores em % glicose. DAP: dias após a poda.

1.3.4.3 BRS Cora

De modo geral, modelos de regressão quadrática foram utilizados para expressar as mudanças químicas ocorridas durante a maturação da uva ‘BRS Cora’ nos três ciclos avaliados. Exceções ocorreram na acidez titulável (Ciclo III), índice de maturação (Ciclo II) e teor de açúcares redutores no segundo e terceiro ciclo (Figura 6).

No primeiro ciclo, o conteúdo de AR atingiu o valor máximo aos 106 DAP, quando a uva apresentava 12,23 %. Esse valor foi semelhante ao encontrado no final da maturação no Ciclo II (12,32 %). No terceiro ciclo, no entanto, ocorreu um aumento linear de 0,22 % ao dia e a uva ‘BRS Cora’ atingiu ao final da maturação teor de AR de 17,37 %.

Figura 6 – Mudanças químicas durante a maturação da uva ‘BRS Cora’ cultivada sob condições tropicais na região Sudeste do Brasil em três ciclos produtivos (2015/2016).



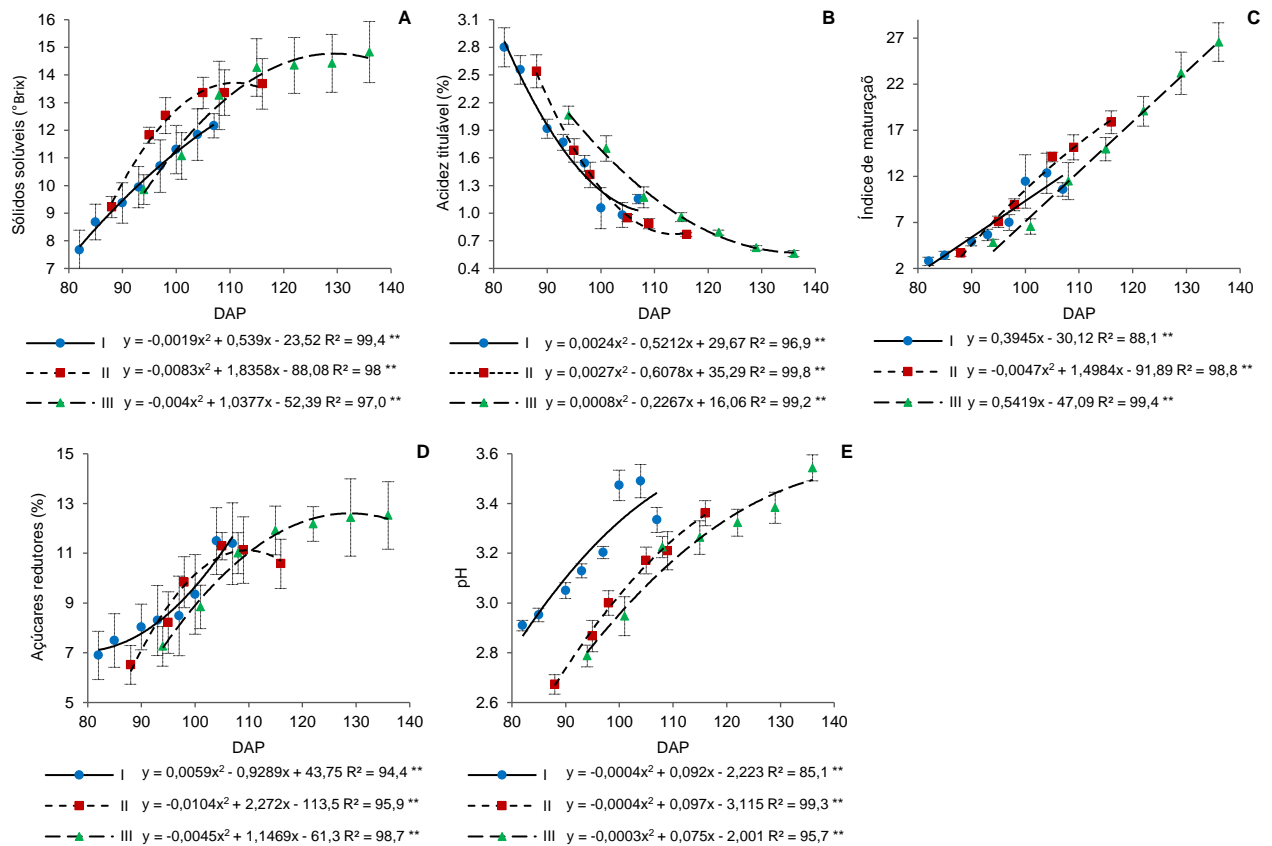
Barras verticais indicam desvio padrão da média ($n = 5$). * e **, coeficiente de determinação (R^2) significativo a $p < 0,05$ e $p < 0,01$, respectivamente. I, II e III: análises realizadas no primeiro, segundo e terceiro ciclo produtivo, respectivamente. Acidez titulável em % de ácido tartárico, açúcares redutores em % glicose. DAP: dias após a poda.

1.3.4.4 IAC 138-22 Máximo

Com exceção do IM nos Ciclos I e III, que aumentaram de forma linear ao longo da maturação da uva IAC 138-22 ‘Máximo’, para todas as demais características analisadas nos três ciclos foram ajustados modelos de regressão quadrática (Figura 7).

No Ciclo II, o valor máximo nos teores de SS (13,68 °Brix) e AR (11,12 %) ocorreu aos 110 DAP. Nesse mesmo ciclo, aos 114 DAP a AT atingiu seu valor mínimo com 0,77 %. Por sua vez, no Ciclo III o máximo nos teores de SS e AR ocorreu aos 129 DAP, quando a uva apresentava 14,81 °Brix e 12,60 % de glicose, enquanto que o mínimo da AT (0,56 %) ocorreu 136 DAP.

Figura 7 – Mudanças químicas durante a maturação da uva ‘IAC 138-22 Máximo’ cultivada sob condições tropicais na região Sudeste do Brasil em três ciclos produtivos (2015/2016).

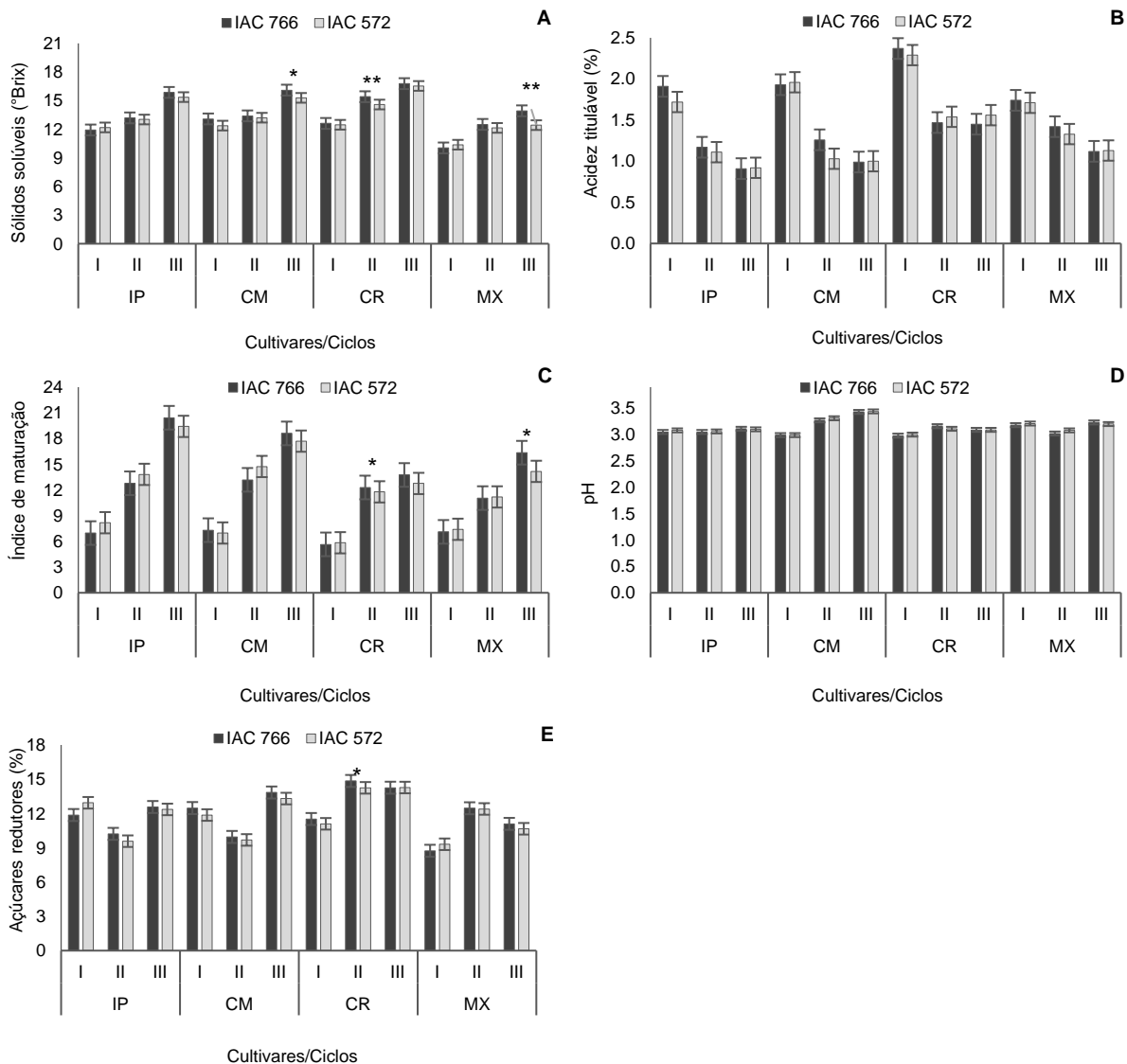


Barras verticais indicam desvio padrão da média ($n = 5$). * e **, coeficiente de determinação (R^2) significativo a $p < 0,05$ e $p < 0,01$, respectivamente. I, II e III: análises realizadas no primeiro, segundo e terceiro ciclo produtivo, respectivamente. Acidez titulável em % de ácido tartárico, açúcares redutores em % glicose. DAP: dias após a poda.

1.3.4.5 Efeito dos porta-enxertos nas mudanças químicas das uvas

Houve efeito dos porta-enxertos na minoria das análises realizadas durante as mudanças químicas da maturação das uvas (Figura 8). Diferenças entre o ‘IAC 766’ e o ‘IAC 572’ ocorreram apenas no teor de sólidos solúveis da uva ‘BRS Cora’ (Ciclo II), ‘BRS Carmem’ e IAC 138-22 ‘Máximo’, ambas no terceiro ciclo produtivo. Nos três casos, maior teor de SS foi proporcionado pelo porta-enxerto ‘IAC 766’, com médias de 15,41, 16,10 e 13,93 °Brix, respectivamente. Esse mesmo porta-enxerto também proporcionou maior índice de maturação (12,29) e teor de açúcares redutores (14,85 %) na uva ‘BRS Cora’ no segundo ciclo, e maior índice de maturação na uva IAC 138-22 ‘Máximo’ (16,35) no Ciclo III.

Figura 8 – Efeito dos porta-enxertos ‘IAC 766’ e ‘IAC 572’ nas características químicas da uva de variedades *Vitis labrusca* e híbridas cultivadas sob condições tropicais no Sudeste do Brasil em três ciclos produtivos (2015/2016).



Barras verticais indicam desvio padrão da média ($n = 5$). * e **, indica diferença significativa pelo teste Tukey a $p < 0,05$ e $p < 0,01$, respectivamente. I, II e III: análises realizadas no primeiro, segundo e terceiro ciclo produtivo, respectivamente. Acidez titulável é expressa em % de ácido tartárico, açúcares redutores expressos em % glicose. Nomenclaturas: IP, Isabel Precoce; CM, BRS Carmem; CR, BRS Cora; MX, IAC 138-22 Máximo; 766, porta-enxerto ‘IAC 766’; 572, porta-enxerto ‘IAC 572’.

1.4 Discussão

O caráter tardio da cultivar BRS Carmem foi evidenciado em todas as fases fenológicas avaliadas nesse estudo (Tabela 2). As videiras ‘BRS Carmem’ apresentaram dificuldades para iniciar a fase de brotação, portanto, um número maior de dias foi necessário para iniciar os primeiros estágios fenológicos. Além disso, as videiras ‘BRS Carmem’ tiveram um desenvolvimento mais lento do que as outras

variedades avaliadas. Esta é uma característica genética deste híbrido, que foi desenvolvido para ser uma alternativa para a extensão do período de processamento do suco de uva no Brasil (CAMARGO; MAIA; RITSCHER, 2008).

Para iniciar as brotações e atingir todas as demais fases fenológicas, a 'BRS Carmem' também exigiu maior acúmulo de graus-dia (GD) (Tabela 3). Em todos os estádios fenológicos analisados através das demandas térmicas, observou-se que o aumento na soma de GD foi proporcional ao número de dias após a poda (DAP), embora alguns autores afirmem que não há relação direta entre a duração das fases fenológicas e a quantidade térmica total (NEIS et al., 2010).

Há uma grande carência de pesquisas que caracterizem os estádios fenológicos dos híbridos avaliados nesse estudo. Dados disponíveis sobre a 'Isabel Precoce' também são poucos, ao contrário do que ocorre com a cultivar Isabel (*V. labrusca* L.). A 'Isabel Precoce' é uma mutação somática espontânea da 'Isabel', apresentando como principais diferenças a maturação mais uniforme e menor período entre poda e colheita (CAMARGO, 2004). Avaliada na mesma região (Aw), a duração do ciclo fenológico da 'Isabel' foi de 152 dias e as demandas térmicas até a colheita de 1354 GD (SATO et al., 2008), valores superiores aos encontrados para a 'Isabel Precoce' nesse estudo. Devido a 'Isabel Precoce' apresentar características químicas e sensoriais semelhantes à 'Isabel', com a qual o consumidor brasileiro de sucos de uva e vinhos de mesa já está habituado, ela se torna uma importante alternativa para viticultura no Brasil por antecipar o período de processamento.

Nas condições em que esse estudo foi realizado, isto é, em região tropical (Aw, Votuporanga – SP, Tmed $\approx 24,5$ °C) no Sudeste brasileiro, o ciclo total das videiras Isabel Precoce, IAC 138-22 Máximo, BRS Cora e 'BRS Carmem' (115, 117, 119 e 138 dias, respectivamente) difere dos resultados de outros autores em outras condições brasileiras. As cultivares Isabel Precoce e BRS Cora cultivadas no Submédio do Vale São Francisco, região de clima semiárido (BSwh, Petrolina – PE, Tmed $\approx 26,3$ °C) no Nordeste do Brasil, apresentaram duração do ciclo de 99 e 113 dias, respectivamente (RIBEIRO; LIMA; ALVES, 2012), isto é, mais curtos que os observados nesse estudo. Por outro lado, o ciclo da IAC 138-22 'Máximo' foi de 146 dias, 29 dias a mais em relação a média obtida nesse estudo, quando cultivada em condições de clima subtropical (Cwa, Jundiaí – SP, Tmed $\approx 20,9$ °C) na região Sudeste do Brasil (HERNANDES et al., 2010).

Ciclo mais longo também foi verificado na 'BRS Carmem' cultivada em condições de clima temperado (*Cfb*, Campo Largo – PR, $T_{med} \approx 18,7 \text{ }^\circ\text{C}$) da região Sul do Brasil, onde essa cultivar necessitou de 189 dias para atingir a fase de colheita (BARROS et al., 2015). As variações observadas na duração dos ciclos fenológicos das videiras nos diferentes locais podem estar relacionadas às diferentes condições edafoclimáticas entre as regiões, especialmente à temperatura do ar.

Em todas as cultivares copa verificou-se que o Ciclo III foi o mais longo e o Ciclo I o mais curto de todos (Tabela 2). Da mesma forma, a soma de GD no período entre poda e colheita variou entre os ciclos, sendo Ciclo III > Ciclo II > Ciclo I (Tabela 3). Certamente, as diferentes condições meteorológicas ocorridas durante os ciclos produtivos (Figura 1) influenciaram o acúmulo de GD e a duração das fases fenológicas das videiras, o que também ocorreu em cultivares *V. vinifera* em região de clima subtropical (*Cfa*, Dom Pedrito – RS) no Sul do Brasil (RADÜNZ et al., 2015). A fenologia da videira é condicionada pela disponibilidade térmica, tendo a temperatura do ar estreita relação com o início da brotação e com a fase de florescimento (NEIS et al., 2010). As temperaturas mais baixas ocorridas nas fases iniciais do Ciclo II (Figura 1 II) e, principalmente, do Ciclo III (Figura 1 III), no qual foram registradas temperaturas mínimas abaixo de $10 \text{ }^\circ\text{C}$ por cinco dias no período compreendido entre os estádios E-L4 e E-L15, certamente contribuíram para redução do metabolismo das plantas e, conseqüentemente, o alongamento desses ciclos fenológicos.

Semelhante aos resultados encontrados nesse trabalho, a duração do ciclo das cultivares Bordô (*V. labrusca*) e BRS Carmem, cultivadas na região Sul do Brasil (*Cfb*), diferiu em função das variações climáticas, especialmente das temperaturas locais, entre as diferentes safras (BARROS et al., 2015). No mesmo estudo, esses autores também verificaram maior acúmulo de GD nas videiras 'Bordô' e 'BRS Carmem' em função da maior duração do ciclo produtivo no ano em que as temperaturas foram mais baixas durante os primeiros estádios fenológicos das videiras. O conceito de GD assume característica linear entre desenvolvimento da cultura e temperatura, no entanto, não leva em consideração o efeito de outros fatores, como a evapotranspiração (PEZZOPANE et al., 2008), a incidência de radiação solar, o fotoperíodo, a altitude (VIEIRA et al., 2011) e a interação copa/porta-enxerto (BORGES et al., 2014), que também podem interferir.

Em relação aos porta-enxertos, apesar da diferença de vigor existente entre o 'IAC 766' e 'IAC 572' (MAIA; CAMARGO, 2012), não houve influência dos mesmos na fenologia (Tabela 2) e nas demandas térmicas das copas (Tabela 3). Estudo realizado com os porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' combinados com cinco cultivares híbridas de uvas brancas também não mostrou efeito dos porta-enxertos na duração dos estádios fenológicos das copas (MOURA et al., 2017), corroborando os resultados desse trabalho.

Pesquisa realizada com os porta-enxertos 'IAC 766', 'IAC 572' e '420-A' sob clones da cultivar Concord, revelou que, semelhante aos resultados encontrados no presente estudo, o 'IAC 766' e 'IAC 572' não diferiram entre si na duração do ciclo e nas demandas térmicas das videiras, mas ambos proporcionaram ciclo mais longo e maior acúmulo de GD que o porta-enxerto '420-A' (BORGES et al., 2014). Em outro estudo, os porta-enxertos 'IAC 766', 'Paulsen 1103' e 'VR 043-43' não influenciaram a duração do ciclo e as demandas térmicas das cultivares Bordô e Concord, no entanto, a 'BRS Carmem' teve seu ciclo reduzido e necessitou de menor acúmulo de GD quando enxertada sobre o 'IAC 766' (BARROS et al., 2015). Isso mostra que a interação copa/porta-enxerto parece ser mais responsiva que o efeito isolado do porta-enxerto sobre a copa.

Quando avaliado o efeito dos porta-enxertos nas características químicas das uvas durante seu amadurecimento, diferenças significativas foram obtidas principalmente no conteúdo de açúcares, de modo que quando houve efeito significativo, maiores teores de SS e AR foram proporcionados pelo porta-enxerto 'IAC 766' (Figura 8). O efeito dos porta-enxertos na composição química da uva pode estar relacionado a fatores como vigor, capacidade de absorção de água e nutrientes, resistência às doenças e interação com a copa. Isso pode influenciar diretamente os metabólicos primários e secundários das plantas e, conseqüentemente, a qualidade das uvas (DIAS et al., 2012; LEE; STEENWERTH, 2013; TECCHIO et al., 2014).

As mudanças ocorridas durante o amadurecimento das uvas 'Isabel Precoce' (Figura 4), 'BRS Carmem' (Figura 5), 'BRS Cora' (Figura 6) e 'IAC 138-22 Máximo' (Figura 7) seguiram os padrões esperados (ASSIS et al., 2011; PEDRO JÚNIOR et al., 2014; RIBEIRO; LIMA; ALVES, 2012), isto é, durante essa fase ocorreram aumentos nos valores de SS, AR, IM e pH, e redução da AT.

As diferentes condições meteorológicas ocorridas em cada ciclo produtivo influenciaram diretamente as características químicas das uvas. Todas as uvas

estudadas alcançaram maiores valores de SS, AR e IM ao fim da maturação dos Ciclos II e III, principalmente. Nesses ciclos, as uvas também apresentaram menor AT (Figuras 4B, 5B, 6B e 7B). Isso pode estar relacionado ao fato de que o período de maturação das uvas (E-L35 a E-L38) no Ciclo I ocorreu no final do outono, quando as temperaturas foram mais baixas, enquanto que nos Ciclos II e III a maturação das uvas ocorreu entre o fim da primavera e início do verão, isto é, sob temperaturas mais elevadas (Figura 1). As condições climáticas, especialmente temperatura e insolação, as quais as videiras são submetidas têm forte influência sobre o metabolismo das uvas, podendo favorecer ou limitar o potencial genético da cultivar (RIBEIRO; LIMA; ALVES, 2012).

As temperaturas médias durante o amadurecimento das uvas dos Ciclos II e III foram semelhantes entre si ($T_{med} \approx 25,4 \text{ } ^\circ\text{C}$). No entanto, o acúmulo de chuvas nesse mesmo período no Ciclo II (529,9 mm) foi 2 vezes maior do que no Ciclo III (258,4 mm), o que certamente contribuiu para o maior acúmulo de açúcares e menor acidez das uvas nesse último ciclo produtivo. Esses resultados corroboram aqueles encontrados por Ribeiro, Lima e Alves (2012) que também obtiveram menores teores de SS nas uvas 'Isabel Precoce' e 'BRS Cora' em função do maior índice pluviométrico em um dos seus ciclos produtivos avaliados.

Assim como pode haver redução no conteúdo de SS em função do aumento da absorção de água após as chuvas ou irrigação, a perda de água pode favorecer a concentração dos solutos presentes na baga (LIMA; CHOUDHURY, 2007). Por sua vez, a concentração dos ácidos orgânicos da uva pode variar conforme a espécie e as práticas culturais das videiras, e ainda está relacionada ao processo respiratório e à diluição do mosto pela entrada de água (MANFROI et al., 2004). O teor de ácido tartárico tem grande relação com a temperatura e sobretudo, com a circulação de água na planta. Períodos quentes e secos contribuem para a redução desse ácido na uva. Por outro lado, precipitações contínuas favorecem seu aumento (RIBÉREAU-GAYON et al., 1986), o que pode ter ocorrido no Ciclo II.

Embora com pequenas variações, o teor de AR aumentou proporcionalmente ao de SS em todas as uvas analisadas (Figuras 4D, 5D, 6D e 7D), o que já era esperado, uma vez que, apesar de pequenas quantidades de sacarose e outros carboidratos possam estar presentes na uva, glicose e frutose são os principais açúcares e constituem a maior parte do teor de sólidos solúveis do mosto (CONDE et al., 2007;

GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ et al., 2012). Assim, variações dessas duas características estão sempre bem correlacionadas (RIZZON; MIELE, 2006).

Ao final da maturação o pH em todas as uvas variou de 3,1 a 3,6 (Figuras 4E, 5E, 6E e 7E). O aumento no pH durante o amadurecimento da uva ocorre devido à diminuição nas concentrações dos ácidos tartárico e málico e ao aumento do cátion potássio (MANFROI et al., 2004), sendo que no momento da colheita o pH da uva destinada ao processamento deve estar entre 3,1 e 3,3 (RIZZON; MENEGUZZO; MANFROI, 2004), o que foi observado na maioria das análises do presente estudo.

1.5 Conclusões

O momento ideal de colheita das uvas 'Isabel Precoce', IAC 138-22 'Máximo', 'BRS Cora' e 'BRS Carmem' sob condições tropicais do Sudeste brasileiro ocorre em torno dos 115, 117, 119 e 138 dias após a poda, respectivamente. No entanto, essa duração pode variar em função das condições climáticas ocorridas durante o ciclo produtivo.

O acúmulo de graus-dia é proporcional ao número de dias que as videiras necessitam para atingir cada estágio fenológico, assim as demandas térmicas foram menores nas cultivares Isabel Precoce e IAC 138-22 Máximo, e maiores na BRS Carmem, evidenciando seu caráter tardio.

Os porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' não influenciam a fenologia e o acúmulo de graus-dia das videiras. No entanto, de modo geral, o porta-enxerto 'IAC 766' proporciona maior acúmulo de açúcares nas as uvas.

Referências

- ASSIS, A. M. et al. Evolução da maturação e características físico-químicas e produtivas das videiras 'BRS Carmem' e 'Isabel'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. esp., p. 493–498, 2011.
- BARROS, L. B. et al. Thermal requirement and phenology of different cultivars of *Vitis labrusca* on different rootstocks. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 2433–2442, 2015.
- BORGES, R. S. et al. Ciclo de produção e demanda térmica de clones da videira 'Concord' sobre diferentes porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 4, p. 884–891, 2014.

BRASIL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1. ed. Brasília: Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2005.

CAMARGO, U. A. 'Isabel Precoce': alternativa para a vitivinicultura brasileira. **Comunicado Técnico [da] Embrapa Uva e Vinho**, v. 1, n. 54, p. 1–6, 2004.

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P. S. BRS Carmem. Nova cultivar de uva tardia para suco. **Comunicado Técnico [da] Embrapa Uva e Vinho**, v. 1, n. 84, p. 1–8, 2008.

CEPAGRI. **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em: 18 jan. 2017.

CONCEIÇÃO, M. A. F. et al. Estimativa dos coeficientes de cultivo (kc) de videiras para suco. **Agrometeoros**, v. 25, n. 1, p. 203–210, 2017.

CONDE, C. et al. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. **Food**, v. 1, n. 1, p. 1–22, 2007.

COOMBE, B. G. Growth Stages of the Grapevine: Adoption of a system for identifying grapevine growth stages. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v. 1, p. 104–110, 1995.

COSTA, S. M. A. L.; GOMES, M. R. L.; TARSITANO, M. A. A. A comercialização de uvas finas na região de Jales - SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 1, p. 127–132, 2008.

DIAS, F. A. N. et al. Videira 'Syrah' sobre diferentes porta-enxertos em ciclo de inverno no sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 2, p. 208–215, 2012.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. In: **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. p. 306.

GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, A. B. et al. Relationship between physical and chemical parameters for four commercial grape varieties from the Bierzo region (Spain). **Scientia Horticulturae**, v. 147, p. 111–117, 2012.

HERNANDES, J. L. et al. Fenologia e produção de cultivares americanas e híbridas de uvas para vinho, em Jundiaí-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 135–142, 2010.

LEÃO, P. C. S.; BRANDÃO, E. O.; GONÇALVES, N. P. S. Produção e qualidade de uvas de mesa 'Sugraone' sobre diferentes porta-enxertos no Submédio do Vale do São Francisco. **Ciência Rural**, v. 41, n. 9, p. 1526–1531, 2011.

LEE, J.; STEENWERTH, K. L. 'Cabernet Sauvignon' grape anthocyanin increased by soil conservation practices. **Scientia Horticulturae**, v. 159, p. 128–133, 2013.

LIMA, M. A. C.; CHOUDHURY, M. M. Características dos cachos de uva. In: LIMA, M. A. C. (Ed.). **Uva de mesa: pós-colheita**. 2. ed. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2007. p. 21–30.

- LOUREIRO, M. D. et al. Influence of rootstock on the performance of the Albarín Negro minority grapevine cultivar. **Scientia Horticulturae**, v. 201, p. 145–152, 2016.
- MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A. **O cultivo da videira Niágara no Brasil**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2012.
- MANFROI, L. et al. Evolução da maturação da uva Cabernet Franc conduzida no sistema de lira aberta. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, n. 2, p. 306–313, 2004.
- MOURA, M. F. et al. Cycle, productivity and must chemical characteristics of varieties of white wine grape. **BIO Web of Conferences**, v. 9, p. 2–5, 2017.
- NEIS, S. et al. Caracterização fenológica e requerimento térmico para a videira Niagara Rosada em diferentes épocas de poda no sudoeste Goiano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 931–937, 2010.
- NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, v. 135, n. 1, p. 136–175, 1944.
- PEDRO JÚNIOR, M. J. et al. Curva de maturação e estimativa do teor de sólidos solúveis e acidez total em função de graus-dia: Uva IAC 138-22 ‘Máximo’. **Bragantia**, v. 73, n. 1, p. 81–85, 2014.
- PEDRO JÚNIOR, M. J. et al. Determinação da temperatura-base, graus-dia e índice biometeorológico para a videira ‘Niagara Rosada’. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 2, p. 51–56, 1994.
- PEZZOPANE, J. R. M. et al. Exigência térmica do café arábica cv. Mundo Vovo no subperíodo florescimento-colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 6, p. 1781–1786, 2008.
- RADÜNZ, A. L. et al. Necessidades térmicas de videiras na região da Campanha do Rio Grande do Sul - Brasil. **Ciência Rural**, v. 45, n. 4, p. 626–632, 2015.
- RIBEIRO, T. P.; LIMA, M. A. C. DE; ALVES, R. E. Maturação e qualidade de uvas para suco em condições tropicais, nos primeiros ciclos de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 8, p. 1057–1065, 2012.
- RIBÉREAU-GAYON, J. et al. **Carattere dei vini, Maturazione dell’uva, Lieviti e batteri: trattato di scienza e tecnica enologica**. 2. ed. Brescia: AEB: [s.n.], 1986.
- RIZZON, L. A.; MENEGUZZO, J.; MANFROI, L. **Processamento de uva: vinho tinto, grapa e vinagre**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.
- RIZZON, L. A.; MIELE, A. Efeito da safra vitícola na composição da uva, do mosto e do vinho Isabel da Serra Gaúcha, Brasil. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 959–964, 2006.
- ROBERTO, S. R. et al. Caracterização da fenologia e exigência térmica (graus-dias) para a uva ‘Cabernet Sauvignon’ em zona subtropical. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 1, p. 183–187, 2005.
- SATO, A. J. et al. Características físico-químicas e produtivas das uvas ‘Isabel’ e ‘BRS-Rúbea’ sobre diferentes porta-enxertos na região Norte do Paraná. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 553–556, 2008.

TECCHIO, M. A. et al. Influence of rootstocks and pruning times on yield and on nutrient content and extraction in 'Niagara Rosada' grapevine. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 5, p. 340–348, 2014.

VIEIRA, H. J. et al. Comparação da disponibilidade de radiação solar global e fotoperíodo entre as regiões vinícolas de Campo Belo do Sul-SC, Brasil e Pech Rouge, França. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1055–1065, 2011.

VILLA NOVA, N. A. et al. Estimativa de graus-dia acumulados acima de qualquer temperatura base em função das temperaturas máxima e mínima. **Ciência da Terra**, n. 30, p. 1–8, 1972.

Capítulo 2 – Desempenho produtivo de novas variedades de uva para suco enxertadas em diferentes porta-enxertos sob condições tropicais

Resumo

O objetivo desse trabalho foi avaliar os componentes de produção e as características físico-químicas de cachos e bagas de novas variedades de uvas para suco em condições tropicais. Foram avaliadas as cultivares Isabel Precoce (*Vitis labrusca* L.), BRS Carmem, BRS Cora e IAC 138-22 Máximo, sobre os porta-enxertos 'IAC 572' e 'IAC 766'. Os componentes de produção (número de cachos por planta, produção e produtividade) e as características físico-químicas das uvas das oito combinações copa/porta-enxerto foram avaliadas em três ciclos produtivos. Os dados foram submetidos a análise de variância e análise de componentes principais. As variedades Isabel Precoce, IAC 138-22 Máximo e BRS Cora apresentaram características produtivas semelhantes entre si e superiores à BRS Carmem. As uvas 'Isabel Precoce' e 'BRS Carmem' apresentaram boas características físicas e químicas, com níveis equilibrados de sólidos solúveis e acidez. Por sua vez, a uva 'BRS Cora' manteve acidez elevada, mesmo com alto conteúdo de sólidos solúveis, e a uva IAC 138-22 'Máximo' apresentou limitado potencial no acúmulo de açúcares. O porta-enxerto 'IAC 766' resultou no melhor desempenho em todas as variedades avaliadas, apresentando resultados máximos em termos de rendimento de frutos e atributos de qualidade físico-química das uvas.

Palavras-chave: *Vitis labrusca* L., uvas híbridas, enxertia, suco de uva, viticultura tropical

Yield performance of new juice grape varieties grafted onto different rootstocks under tropical conditions

Abstract

The objective of this work was to evaluate the yield components and physicochemical characteristics of bunches and berries of new grape varieties for juice elaboration, which were 'Isabel Precoce' (*Vitis labrusca* L.) and the hybrids 'BRS Carmem', 'BRS Cora' and IAC 138-22 'Máximo' grown onto 'IAC 572' and 'IAC 766' rootstocks under tropical conditions. The yield components (number of bunches and yield per vine, as well as productivity) and the physicochemical characteristics of the bunches and berries of the eight scion-rootstock combinations were evaluated in three seasons. All data were subjected to analysis of variance and principal components analysis. The varieties 'Isabel Precoce', 'BRS Cora' and IAC 138 22 'Máximo' produced high fruit yield, with the number of bunches and yield per vine similar to one another and superior to those of 'BRS Carmem'. Significant differences occurred among varieties in the physicochemical grape characteristics. 'Isabel Precoce' and 'BRS Carmem' grapes had balanced levels of sugar and acid content, and 'BRS Cora' presented large bunches and berries, reaching high soluble solids content despite the high acidity. IAC 138-22 'Máximo' grape also had large bunches but small berries and limited potential in the accumulation of sugars. The 'IAC 766' rootstock resulted in the best performance across all four varieties evaluated, showing maximum results in terms of fruit yield and physicochemical quality attributes of grapes.

Keywords: *Vitis labrusca* L., hybrid grapes, grafting, grape juice, tropical viticulture

2.1 Introdução

A uva é uma das frutas mais produzidas no mundo. Além do consumo crescente de uvas *in natura*, nos últimos anos, o interesse em produtos feitos a partir de uvas aumentou muito, especialmente em sucos de uva (FAO; OIV, 2017). Em parte, isso está relacionado aos inúmeros benefícios desses produtos para a saúde humana devido a serem ricas fontes de compostos fenólicos (fitoquímicos com potencial atividade antioxidante) (GRANATO et al., 2016).

Praticamente todas as variedades podem ser utilizadas para a produção de sucos de uva. No entanto, restrições tecnológicas e econômicas limitam as variedades usadas. Algumas variedades são particularmente dedicadas ao suco de uva, como a 'Concord' (*Vitis labrusca* L.), cultivada nos Estados Unidos e no Brasil (FAO; OIV, 2017). No entanto, no Brasil, a 'Isabel' (*V. labrusca*) é a principal matéria-prima utilizada para a elaboração de sucos de uva, apesar das suas limitações. As uvas 'Isabel' conferem baixa intensidade de cor e baixo conteúdo de compostos bioativos ao suco de uva (LIMA et al., 2014). Além disso, essas variedades *V. labrusca* são plantadas principalmente nas áreas subtropicais e temperadas do país (MELLO, 2017).

Para atender às demandas de produção de sucos de uva em condições tropicais em todo o mundo, os programas de melhoramento vêm desenvolvendo novas variedades híbridas interespecíficas (*V. vinifera* x *V. labrusca*). O objetivo é desenvolver variedades que, além de possuírem características adequadas para adaptação a ambientes mais quentes, apresentem alta capacidade produtiva, tolerância às doenças fúngicas primárias e produzam uvas de boa qualidade para produção de suco (CAMARGO; MAIA, 2004). Assim, além da 'Isabel Precoce', uma mutação somática espontânea da 'Isabel' (CAMARGO, 2004), as variedades híbridas 'BRS Carmem', 'BRS Cora' e IAC 138-22 'Máximo' foram recentemente desenvolvidas.

Em algumas regiões tropicais, por causa do clima, mais de uma colheita por ano pode ser realizada devido às altas temperaturas e uma estação chuvosa definida no verão, o inverno seco e o uso de estimuladores de brotação. Portanto, é possível programar a poda de acordo com as demandas da indústria é possível (CAMARGO et al., 2012).

Vários fatores podem influenciar a produção da videira e a qualidade da uva, dentre os quais está incluso o uso da enxertia. Amplamente utilizada na viticultura, a

enxertia é uma técnica eficaz para o controle de doenças transmitidas pelo solo e para a superação de estresses abióticos (IBACACHE; ALBORNOZ; ZURITA-SILVA, 2016; JIN et al., 2016). Além disso, muitos estudos relatam que diferentes porta-enxertos afetam a duração dos estágios fenológicos, estrutura da copa, crescimento, produção e qualidade dos frutos (BASCUNÁN-GODOY et al., 2017; KOUNDOURAS et al., 2008; SILVA et al., 2017).

A relação entre o enxerto e o porta-enxerto é extremamente específica, dependendo da afinidade e compatibilidade da combinação e adaptação do solo e clima (VRSIC; PULKO; KOCSIS, 2015). Assim, a combinação ideal de copa e porta-enxerto é muito importante em um sistema de produção. Atualmente, em condições tropicais, variedades *V. vinifera* de uvas para mesa são cultivadas sobre o 'IAC 572', um porta-enxerto considerado de alto vigor. No entanto, com a introdução de novos híbridos e variedades de uvas *V. labrusca* destinadas à produção de sucos, são necessários mais estudos para obter dados científicos úteis para uso em recomendações de porta-enxertos para essas variedades.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os componentes de produção e as características físico-químicas de cachos e bagas de novas variedades de uva para suco (*V. labrusca* e híbridas) cultivadas sobre os porta-enxertos 'IAC 572' e 'IAC 766' em condições tropicais.

2.2 Material e Métodos

2.2.1 Local de execução do experimento

O experimento foi realizado durante três ciclos produtivos, em vinhedo experimental de uvas para suco do Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, do Instituto Agrônomo (IAC), localizado no município de Votuporanga, Noroeste do Estado de São Paulo, situado à 20° 20' S, 49° 58' e 525 m de altitude.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima local é classificado como tropical úmido (Aw), com temperatura média anual de 24,3 °C e precipitação anual de 1.449 mm, concentrada, principalmente, entre outubro e março (CEPAGRI, 2017). O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, de acordo com os

critérios publicados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2006).

2.2.2 Condições de cultivo das videiras e podas de produção

O vinhedo foi implantado em agosto de 2013 com o plantio dos porta-enxertos utilizando o espaçamento de 2,0 m x 1,1 m, entre linhas e plantas, respectivamente, para o total de 4.545 plantas ha⁻¹. A enxertia das copas foi realizada em julho de 2014. As videiras foram conduzidas em sistema de espaldeira com cordão unilateral, com arames localizados a 1,0, 1,3, 1,6 e 1,9 m acima do nível do solo. O vinhedo foi coberto com tela de polietileno com 18% de sombreamento, para proteção contra o ataque de pássaros. Para a irrigação, foram empregados microaspersores invertidos com vazão média de 32 L h⁻¹, em espaçamento de 3,0 m x 2,0 m, suspensos na espaldeira. Os emissores apresentaram um recobrimento de 100% da superfície do solo. Mais detalhes sobre o manejo de irrigação são encontrados em Conceição et al. (2017).

Foram avaliados três ciclos produtivos, com as podas de produção realizadas em 04 de fevereiro de 2015, 14 de agosto de 2015 e 25 de julho de 2016 para o primeiro (I), segundo (II) e terceiro (III) ciclo, respectivamente. Em todas elas manteve-se de uma a duas gemas por esporão, e após a poda, cianamida hidrogenada a 5% foi aplicada para induzir e uniformizar a brotação das gemas.

2.2.3 Tratamentos e delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 2, com quatro cultivares copa e dois porta-enxertos, com 5 blocos e 4 plantas por parcela. Foram avaliadas as cultivares de uva para suco (Figura 1) Isabel Precoce (*Vitis labrusca* L.), e os híbridos BRS Carmem (Muscat Belly A x H 65.9.14), BRS Cora (Muscat Belly A x H. 65.9.14) e IAC 138-22 Máximo (Seibel 11342 x Syrah), enxertadas sobre os porta-enxertos IAC 766 'Campinas' (106-8 Mgt x *Vitis caribaea*) e IAC 572 'Jales' (*V. caribaea* x 101-14 Mgt).

Figura 1 – Cultivares de uva para suco. Isabel Precoce (IP), BRS Carmem (CM), BRS Cora (CR), IAC 138-22 Máximo (MX).



2.2.4 Colheita e características avaliadas

A colheita das uvas foi determinada a partir do acompanhamento da curva de maturação, quando, no intervalo entre duas amostragens houve estabilização no teor de sólidos solúveis e acidez titulável.

2.2.4.1 Características produtivas

No momento da colheita foi determinado o número de cachos por planta, e através da sua massa obteve-se a produção (kg/planta). A produtividade ($t\ ha^{-1}$) foi estimada em função da produção por planta e do espaçamento entre elas ($2,00 \times 1,10\ m$), considerando uma densidade de plantio de $4545\ plantas\ ha^{-1}$.

2.2.4.2 Características físicas dos cachos, engaços e bagas

As características físicas dos cachos, engaços e bagas foram avaliadas pela determinação de sua massa (g), em balança analítica de precisão; comprimento (cm) e largura (cm), com auxílio de régua graduada em cm. Foi avaliado ainda o número de bagas por cacho e a relação massa de engaço/massa de cacho (%). Para essas avaliações 10 cachos representativos por parcela experimental foram selecionados e de cada cacho foram coletadas 10 bagas, totalizando $100\ bagas\ por\ parcela$.

2.2.4.3 Características químicas do mosto

As características químicas das uvas foram avaliadas pela determinação do teor de sólidos solúveis (SS, expresso em °Brix), acidez titulável (AT, expressa em porcentagem de ácido tartárico), pH, índice de maturação (relação SS/AT) e o teor de açúcares redutores (porcentagem de glicose).

O teor de sólidos solúveis foi determinado por refratometria direta do mosto da uva em refratômetro digital (Reichert®, modelo r²i300, Buffalo, NY, EUA); a acidez titulável foi obtida através da titulação de NaOH 0,1 N até o ponto de equivalência do pH = 8,2; e o pH, pela leitura direta do mosto em pHmetro (Tecnal®, Piracicaba, SP, Brasil) (BRASIL, 2005). Os açúcares redutores foram determinados pelo método colorimétrico de Somogy-Nelson (NELSON, 1944). Os valores da absorbância a 535 nm foram comparados a uma curva de calibração de glicose em espectrofotômetro UV/vis (BEL Photonics®, Piracicaba, SP, Brasil).

2.2.5 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas com as médias de três ciclos produtivos. Os dados foram submetidos à análise de variância (*two-way* ANOVA) para determinar o efeito das variedades copa e dos porta-enxertos, e sua interação. A comparação das médias de ambos os fatores foi realizada utilizando teste Tukey, a 5% de probabilidade, por meio do programa estatístico SISVAR versão 5.4 (Lavras, MG, Brasil). Os dados das 19 características estudadas nas oito combinações copa/porta-enxertos foram analisados também através de análises de componentes principais utilizando o software XLSTAT versão 19.4 (Addinsoft, NY, EUA). Por esse software, foram realizadas ainda análises de correlação de Pearson para investigar a relação entre as características produtivas, físicas e químicas.

2.3 Resultados e Discussão

Não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre copas e porta-enxertos para todas as características produtivas, físicas e químicas avaliadas (Tabelas 1, 2 e 3). Assim, esses fatores foram analisados separadamente.

2.3.1 Características produtivas das videiras

Não houve diferença significativa entre as variedades copa 'Isabel Precoce', 'BRS Cora' e IAC 138-22 'Máximo' em termos de número de cachos por planta. A média observada entre essas variedades foi de 26 cachos por planta, valor 2,3 vezes maior do que o encontrado nas videiras 'BRS Carmem' (Tabela 1).

Embora as características físicas dos cachos tenham influenciado, o número de cachos por planta foi a variável que mais contribuiu com a produção das videiras, de modo que o índice de correlação (r) entre essas características foi $r = 0,91$, com 1% de probabilidade de erro ($p < 0,01$). Resultados semelhantes foram encontrados por outros autores em variedades de uva *V. vinifera* (BASCUNÁN-GODOY et al., 2017; IBACACHE; ALBORNOZ; ZURITA-SILVA, 2016). Dessa forma, maiores produção e produtividade foram obtidas pelas variedades 'Isabel Precoce' e IAC 138-22 'Máximo', com média de 2,76 Kg/planta e 12,5 t ha⁻¹, respectivamente. Em comparação com videiras destinadas a produção de uvas para vinho, a produção destas variedades de uvas para suco foi considerável. A produção média das variedades de uva para vinho é geralmente de 5 a 15 t ha⁻¹, dependendo da densidade do vinhedo e das práticas culturais (FAO; OIV, 2017).

Tabela 1 – Características produtivas de videiras (*Vitis labrusca* e híbridas) cultivadas sobre os porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' sob condições tropicais no Sudeste do Brasil em três ciclos produtivos (2015/2016).

Carac. produtivas	Ciclo	Cultivar copa					Porta-enxerto		
		Isabel Precoce	BRS Carmem	BRS Cora	IAC 138-22 Máximo	p valor	IAC 766	IAC 572	p valor
NCP	I	32,4 ± 5,2	13,1 ± 5,8	22,3 ± 6,9	45,1 ± 9,3		28,8 ± 14,9	27,7 ± 12,9	
	II	19,3 ± 7,8	9,8 ± 3,6	15,7 ± 6,3	8,4 ± 3,6		17,1 ± 7,4	9,4 ± 4,0	
	III	32,4 ± 9,7	11,0 ± 4,5	32,9 ± 12,8	25,3 ± 5,8		29,2 ± 13,8	21,6 ± 9,7	
	Md	28,0 ± 5,9 ^a	11,3 ± 3,3 ^b	23,6 ± 6,4 ^a	26,3 ± 3,5 ^a	< 0,01	25,0 ± 8,7 ^a	19,6 ± 6,7 ^b	< 0,01
PDC (Kg/planta)	I	2,99 ± 0,7	1,63 ± 0,6	2,16 ± 0,6	3,78 ± 1,2		3,07 ± 1,3	2,21 ± 0,8	
	II	2,40 ± 1,1	1,28 ± 0,6	1,99 ± 1,0	0,99 ± 0,6		2,30 ± 0,9	1,04 ± 0,6	
	III	3,31 ± 1,2	1,45 ± 0,7	2,36 ± 1,0	3,10 ± 0,8		3,02 ± 1,3	2,09 ± 0,9	
	Md	2,90 ± 0,9 ^a	1,45 ± 0,4 ^c	2,17 ± 0,7 ^b	2,63 ± 0,7 ^{ab}	< 0,01	2,80 ± 0,9 ^a	1,78 ± 0,5 ^b	< 0,01
PDT (t ha ⁻¹)	I	13,6 ± 3,1	7,4 ± 2,7	9,8 ± 2,7	17,2 ± 5,5		13,9 ± 5,9	10,0 ± 3,6	
	II	10,9 ± 5,0	5,8 ± 3,0	9,1 ± 4,5	4,5 ± 2,8		10,4 ± 4,3	4,7 ± 2,7	
	III	15,0 ± 5,7	6,6 ± 3,2	10,7 ± 4,7	14,1 ± 3,5		13,7 ± 5,7	9,5 ± 4,1	
	Md	13,2 ± 4,2 ^a	6,6 ± 1,9 ^c	9,9 ± 3,4 ^b	11,9 ± 3,0 ^{ab}	< 0,01	12,7 ± 4,1 ^a	8,1 ± 2,2 ^b	< 0,01

Valores são expressos como média ± desvio padrão ($n = 5$). Letras distintas na mesma linha em cada fator (Cultivar copa e Porta-enxerto) indicam diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$ ou $p < 0,01$).

Nomenclaturas: I, II e III, avaliações realizadas no primeiro, segundo e terceiro ciclo produtivo, respectivamente; Md, média dos três ciclos produtivos; NCP, número de cachos por planta, PDC, produção por planta; PDT, produtividade.

Em condições subtropicais, Hernandez et al. (2010) encontraram em videiras IAC 138-22 'Máximo' em média 4,28 Kg/planta e 22,5 cachos por planta, produção superior à encontrada nesse estudo para a mesma variedade, o que pode ser explicado pela maior massa dos cachos encontrada por esses autores (195,8 g, versus 134 g). Por sua vez, a produtividade da 'Isabel Precoce' no presente estudo foi maior do que a encontrada em condições de clima temperado, onde foi obtida 6,71 t ha⁻¹ com 20,57 cachos por planta (BOTELHO et al., 2011).

A cultivar BRS Carmem apresentou baixos índices produtivos, com 1,45 Kg/planta e 6,6 t ha⁻¹. Esse resultado está relacionado ao baixo número de cachos por planta, o qual pode estar relacionado a diversos fatores, como a dificuldade de brotação dessa variedade nas condições de estudo e a baixa fertilidade nas gemas basais dos ramos produtivos. Para padronizar os tratamentos, todas as videiras foram podadas com uma a duas gemas por esporão. Segundo Camargo et al. (2008), as videiras 'BRS Carmem' devem ser podadas com seis a oito nós, devido as gemas basais serem menos férteis. Assim, o manejo de poda dessa variedade deve ser ajustado para aumentar seu potencial produtivo.

Com relação aos efeitos dos porta-enxertos, observou-se que as videiras enxertadas no 'IAC 766' apresentaram número de cachos, produção e produtividade superiores aquelas enxertadas no 'IAC 572'. Esses resultados podem estar relacionados aos diferentes níveis de vigor conferidos pelos porta-enxertos às cultivares copa, uma vez que o porta-enxerto 'IAC 572' é mais vigoroso que o 'IAC 766' (MAIA; CAMARGO, 2012). De modo geral, principalmente em solos de baixa nutrição, porta-enxertos mais vigorosos têm maior capacidade de absorção e translocação de água e nutrientes que favorecem o desempenho da videira. No entanto, em ótimas condições de clima e solo, porta-enxertos vigorosos podem transmitir excesso de vigor vegetativo à copa, refletindo de forma negativa nas suas características produtivas (ALVARENGA et al., 2002; PAULETTO et al., 2001), o que pode ter ocorrido nesse estudo.

2.3.2 Características físicas dos cachos

Além das características produtivas, a maior parte das características físicas dos cachos também foram influenciadas pelos porta-enxertos estudados (Tabela 2).

Tabela 2 – Características físicas dos cachos de videiras (*Vitis labrusca* e híbridas) cultivadas sobre os porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' sob condições tropicais no Sudeste do Brasil em três ciclos produtivos (2015/2016).

Carac. físicas	Ciclo	Cultivar copa					p valor	Porta-enxerto		
		Isabel Precoce	BRS Carmem	BRS Cora	IAC 138-22 Máximo			IAC 766	IAC 572	p valor
MFC (g)	I	126 ± 25	199 ± 41	123 ± 26	122 ± 18		153 ± 45	133 ± 39		
	II	129 ± 20	133 ± 43	148 ± 32	124 ± 33		150 ± 25	117 ± 32		
	III	117 ± 17	129 ± 31	101 ± 21	157 ± 27		134 ± 31	118 ± 30		
	Md	124 ± 20 ^b	154 ± 31 ^a	124 ± 21 ^b	134 ± 14 ^{ab}	< 0,01	146 ± 23 ^a	123 ± 21 ^b	< 0,01	
Comp. C (cm)	I	10,3 ± 1,0	13,0 ± 1,0	12,6 ± 1,0	11,8 ± 0,9		12,1 ± 0,8	11,7 ± 1,8		
	II	9,7 ± 0,8	10,7 ± 1,3	12,5 ± 1,3	10,8 ± 1,6		11,6 ± 1,2	10,3 ± 1,7		
	III	11,3 ± 0,6	11,0 ± 1,2	11,9 ± 1,0	13,2 ± 1,5		11,9 ± 1,5	11,8 ± 1,2		
	Md	10,4 ± 0,7 ^c	11,6 ± 0,7 ^b	12,3 ± 0,7 ^a	11,9 ± 0,8 ^{ab}	< 0,01	11,9 ± 0,9 ^a	11,2 ± 1,0 ^b	< 0,01	
Larg. C (cm)	I	6,5 ± 0,5	7,5 ± 0,5	8,0 ± 0,8	6,5 ± 0,5		7,1 ± 0,7	7,1 ± 1,1		
	II	6,0 ± 0,3	6,5 ± 0,7	6,7 ± 0,7	6,1 ± 0,9		6,6 ± 0,7	6,0 ± 0,6		
	III	5,8 ± 0,4	6,3 ± 0,6	7,6 ± 0,8	8,4 ± 1,1		7,2 ± 1,3	6,8 ± 1,3		
	Md	6,1 ± 0,3 ^c	6,7 ± 0,4 ^b	7,4 ± 0,5 ^a	7,0 ± 0,5 ^{ab}	< 0,01	7,0 ± 0,6 ^a	6,6 ± 0,6 ^b	0,016	
NBC	I	42,8 ± 5,0	74,1 ± 11,2	38,4 ± 6,3	81,4 ± 13,8		60,4 ± 21,4	57,9 ± 21,5		
	II	36,1 ± 5,5	46,1 ± 11,8	46,1 ± 9,2	68,5 ± 19,0		56,1 ± 18,9	42,3 ± 11,5		
	III	35,2 ± 4,5	74,3 ± 4,5	32,0 ± 6,4	98,9 ± 13,4		61,8 ± 29,2	58,5 ± 30,1		
	Md	38,0 ± 4,7 ^c	64,8 ± 5,7 ^b	38,8 ± 5,3 ^c	82,9 ± 8,2 ^a	< 0,01	59,4 ± 21,1 ^a	52,9 ± 18,7 ^b	< 0,01	
MFB (g)	I	2,86 ± 0,2	2,56 ± 0,2	3,14 ± 0,3	1,44 ± 0,1		2,62 ± 0,7	2,38 ± 0,6		
	II	3,47 ± 0,2	2,79 ± 0,2	3,12 ± 0,1	1,72 ± 0,1		2,79 ± 0,7	2,75 ± 0,7		
	III	3,24 ± 0,1	2,83 ± 0,2	3,09 ± 0,2	1,51 ± 0,1		2,72 ± 0,7	2,61 ± 0,6		
	Md	3,19 ± 0,1 ^a	2,73 ± 0,1 ^b	3,12 ± 0,2 ^a	1,56 ± 0,1 ^c	< 0,01	2,71 ± 0,7 ^a	2,58 ± 0,6 ^b	< 0,01	
Comp. B (cm)	I	1,90 ± 0,1	1,82 ± 0,1	2,01 ± 0,1	1,44 ± 0,0		1,83 ± 0,2	1,75 ± 0,2		
	II	1,99 ± 0,1	1,93 ± 0,1	2,04 ± 0,0	1,55 ± 0,0		1,88 ± 0,2	1,88 ± 0,2		
	III	1,90 ± 0,0	1,86 ± 0,1	1,96 ± 0,1	1,45 ± 0,0		1,82 ± 0,2	1,77 ± 0,2		
	Md	1,93 ± 0,1 ^b	1,87 ± 0,1 ^c	2,00 ± 0,0 ^a	1,48 ± 0,0 ^d	< 0,01	1,84 ± 0,2 ^a	1,80 ± 0,2 ^b	< 0,01	
Larg. B (cm)	I	1,61 ± 0,1	1,55 ± 0,0	1,64 ± 0,1	1,26 ± 0,0		1,54 ± 0,2	1,49 ± 0,1		
	II	1,73 ± 0,0	1,62 ± 0,0	1,64 ± 0,0	1,35 ± 0,0		1,58 ± 0,1	1,59 ± 0,1		
	III	1,68 ± 0,0	1,63 ± 0,0	1,63 ± 0,0	1,30 ± 0,0		1,56 ± 0,2	1,55 ± 0,1		
	Md	1,67 ± 0,0 ^a	1,60 ± 0,0 ^c	1,64 ± 0,0 ^b	1,30 ± 0,0 ^d	< 0,01	1,56 ± 0,2 ^a	1,54 ± 0,1 ^b	0,014	
MFE (g)	I	4,06 ± 0,8	6,37 ± 1,3	3,34 ± 0,7	5,86 ± 1,2		5,15 ± 1,7	4,66 ± 1,6		
	II	3,91 ± 0,8	3,86 ± 1,3	3,26 ± 0,7	6,35 ± 1,8		4,98 ± 1,9	3,71 ± 1,2		
	III	3,16 ± 0,4	3,01 ± 0,7	2,40 ± 0,5	7,47 ± 1,6		4,17 ± 2,1	3,85 ± 2,3		
	Md	3,71 ± 0,6 ^{bc}	4,41 ± 0,9 ^b	3,00 ± 0,5 ^c	6,56 ± 0,8 ^a	< 0,01	4,77 ± 1,6 ^a	4,07 ± 1,4 ^b	< 0,01	
Comp. E (cm)	I	7,55 ± 0,8	10,25 ± 0,8	10,25 ± 1,1	10,59 ± 1,1		9,84 ± 1,2	9,48 ± 1,8		
	II	7,07 ± 0,8	8,58 ± 1,2	8,98 ± 1,3	7,99 ± 1,6		8,78 ± 1,0	7,53 ± 1,5		
	III	8,67 ± 0,6	8,21 ± 1,1	10,71 ± 3,8	11,52 ± 1,6		10,07 ± 3,2	9,49 ± 1,6		
	Md	7,76 ± 0,7 ^c	9,01 ± 0,6 ^b	9,98 ± 1,3 ^a	10,03 ± 0,9 ^a	< 0,01	9,56 ± 1,4 ^a	8,83 ± 1,1 ^b	< 0,01	
Larg. E (cm)	I	4,16 ± 0,5	5,31 ± 0,5	5,84 ± 0,8	5,81 ± 0,9		5,30 ± 0,8	5,26 ± 1,1		
	II	3,63 ± 0,4	4,55 ± 0,5	3,82 ± 0,5	4,24 ± 0,8		4,28 ± 0,6	3,84 ± 0,7		
	III	3,87 ± 0,4	4,52 ± 0,5	5,75 ± 1,1	6,58 ± 1,1		5,27 ± 1,3	5,09 ± 1,5		
	Md	3,89 ± 0,3 ^c	4,79 ± 0,3 ^b	5,14 ± 0,4 ^{ab}	5,54 ± 0,5 ^a	< 0,01	4,95 ± 0,7 ^a	4,73 ± 0,7 ^a	0,104	
ME/MC (%)	I	3,25 ± 0,4	3,24 ± 0,4	2,72 ± 0,2	4,75 ± 0,5		3,46 ± 0,9	3,53 ± 0,8		
	II	3,03 ± 0,3	3,08 ± 0,3	2,42 ± 0,3	5,41 ± 0,4		3,48 ± 1,2	3,49 ± 1,2		
	III	2,74 ± 0,3	2,35 ± 0,2	2,38 ± 0,1	4,74 ± 0,3		3,04 ± 1,0	3,07 ± 1,1		
	Md	3,01 ± 0,1 ^b	2,89 ± 0,1 ^b	2,51 ± 0,1 ^c	4,97 ± 0,3 ^a	< 0,01	3,33 ± 1,0 ^a	3,36 ± 1,0 ^a	0,487	

Valores são expressos como média ± desvio padrão ($n = 5$). Letras distintas na mesma linha em cada fator (Cultivar copa e Porta-enxerto) indicam diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$ ou $p < 0,01$).

Nomenclaturas: I, II e III, avaliações realizadas no primeiro, segundo e terceiro ciclo produtivo, respectivamente; Md, média dos três ciclos produtivos; MFC, massa fresca de cacho; Comp. C, comprimento de cacho; Larg. C, largura de cacho; MFB, massa fresca de baga; Comp. B, comprimento de baga; Larg. B, largura de baga; MFE, massa fresca de engajo; Comp. E, comprimento de engajo; Larg. E, largura de engajo; ME/MC, relação massa de engajo/massa de cacho; NBC, número de bagas por cacho.

As videiras enxertadas no porta-enxerto 'IAC 766' apresentaram cachos maiores e com maior número de bagas, além de bagas maiores e com maior massa do que aquelas encontradas quando as videiras foram enxertadas no 'IAC 572'. O vigor conferido à copa pelos porta-enxertos é um fator fundamental na mudança dessas características (BASCUNÁN-GODOY et al., 2017; IBACACHE; ALBORNOZ; ZURITA-SILVA, 2016), no entanto, ainda não são muito claras as interações fisiológicas e/ou bioquímicas que ocorrem entre copa e porta-enxertos capazes de proporcionar esse efeito.

Diferente dos resultados encontrados no presente estudo, os porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' não tiveram efeito sobre a massa dos cachos da variedade 'Concord' (BORGES et al., 2014). Isso indica que a interação genética entre copa e porta-enxerto parece ser um fator mais responsivo do que apenas o efeito isolado do porta-enxerto sobre a copa. Além disso, deve-se considerar ainda que os efeitos da interação copa/porta-enxerto são altamente responsivos ao nível de fertilidade do solo, o que torna difícil projetar os resultados para outras condições que não o estudo específico (IBACACHE; ALBORNOZ; ZURITA-SILVA, 2016).

Em relação às variedades copa, maiores valores de massa de cachos foram encontrados nas variedades BRS Carmem e IAC 138-22 Máximo. No entanto, cachos maiores foram obtidos nas variedades IAC 138-22 Máximo e BRS Cora, com média de 12,1 cm de comprimento e 7,2 cm de largura. Esses resultados foram semelhantes aos obtidos quando essas avaliações foram realizadas nos engaços.

Pouquíssimos estudos avaliam as dimensões do engaço, especialmente em uvas para processamento, apesar das suas características desempenharem papel importante sobre a compactação e qualidade do cacho. Cachos menos compactos permitem melhor ação no seu interior dos fungicidas aplicados, promovendo maior proteção contra ataques de fungos ou saprófitos patogênicos, resultando melhor qualidade da uva (ROBERTO et al., 2015).

Através da relação massa do engaço/massa do cacho, observou-se que maiores valores foram obtidos na cultivar IAC 138-22 Máximo, com 4,97 % (Tabela 2). A massa do engaço é também uma característica interessante, pois, embora em pequena proporção, a massa do engaço tem influência sobre o rendimento da produção de suco, uma vez que essa parte do cacho é retirada durante o processamento da uva.

A variedade BRS Carmem apresentou cachos menores, em termos de comprimento e largura, no entanto, com maior massa do que os encontrados na 'BRS

Cora'. Isso está relacionado ao número de bagas encontrado nos cachos dessas variedades, 64,8 e 38,8 bagas por cacho, respectivamente, uma vez que houve correlação significativa ($r = 0,98$, $p < 0,01$) entre o número de bagas por cacho e a sua massa fresca. O maior número de bagas por cacho, no entanto, foi encontrado na IAC 138-22 'Máximo'. Como foi observado nesse estudo, o número de bagas por cacho é uma característica que tem forte influência genética (RIZZON; MIELE, 2002), mas é também determinado pelo número de flores que frutificam (KELLER, 2015).

Não houve diferença significativa entre as variedades Isabel Precoce e BRS Cora em termos de tamanho e massa de bagas, com média de 3,15 g, 1,97 cm de comprimento e 1,66 cm de largura. O tamanho e a massa das bagas são também características fortemente inerentes de cada cultivar, embora possam ser influenciadas também por outros fatores, como equilíbrio hormonal, quantidade de água absorvida e concentração de açúcar (CHAMPAGNOL, 1984).

As bagas da uva IAC 138-22 'Máximo' apresentaram 1,56 g em massa fresca, 1,48 cm de comprimento e 1,30 cm largura, as menores dentre as variedades estudadas. Essa pode ser uma característica importante dessa variedade em termos de qualidade dos sucos de uva ou vinhos tintos. Bagas menores possuem maior relação soluto/solvente e, conseqüentemente, há maior probabilidade de extração de minerais, antocianinas e outros compostos fenólicos, presentes em maior concentração nas películas do que nas polpas, durante o processo de elaboração das bebidas (CONDE et al., 2007).

2.3.3 Análises químicas das uvas

Houve diferença significativa entre as cultivares copa e entre os porta-enxertos na maioria das características químicas analisadas no mosto das uvas (Tabela 3).

O pH do mosto variou de 3,17 a 3,33. Esses valores estão próximos daqueles considerados ótimos em uvas para processamento, isto é, entre 3,2 e 3,4. Em uvas e em bebidas como sucos de uva e vinhos, o pH é um parâmetro importante por estar diretamente relacionado à estabilidade das antocianinas e, assim, modificar a intensidade de cor das bebidas (YAMAMOTO et al., 2015).

As uvas 'BRS Cora' e 'Isabel Precoce' apresentaram os maiores teores de sólidos solúveis (15,9 e 15,4 °Brix, respectivamente), seguidas da 'BRS Carmem' (15,1 °Brix). Conseqüentemente, maior teor de açúcares redutores foi encontrado

nessas uvas, com 12,7, 13,5 e 13,3 % de glicose, respectivamente. Embora pequenas quantidades de sacarose e outros carboidratos possam estar presentes na uva, glicose e frutose são os principais açúcares e constituem a maior parte do teor de sólidos solúveis do mosto (CONDE et al., 2007; GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ et al., 2012). Assim, variações entre essas duas características estão sempre bem correlacionadas (RIZZON; MIELE, 2006).

Tabela 3 – Características químicas da uva de variedades *Vitis labrusca* e híbridas cultivadas sob condições tropicais no Sudeste do Brasil em três ciclos produtivos (2015/2016).

Carc. químicas	Ciclo	Cultivar					Porta-enxerto		
		Isabel Precoce	BRS Carmem	BRS Cora	IAC 138-22 Máximo	<i>p</i> valor	IAC 766	IAC 572	<i>p</i> valor
pH	I	3,13 ± 0,0	3,07 ± 0,1	3,09 ± 0,0	3,33 ± 0,1	< 0,01	3,14 ± 0,1	3,17 ± 0,1	0,013
	II	3,29 ± 0,1	3,36 ± 0,2	3,20 ± 0,0	3,27 ± 0,1		3,25 ± 0,1	3,31 ± 0,1	
	III	3,30 ± 0,0	3,69 ± 0,2	3,23 ± 0,0	3,38 ± 0,1		3,38 ± 0,2	3,42 ± 0,2	
	Md	3,24 ± 0,0 ^b	3,37 ± 0,1 ^a	3,17 ± 0,0 ^c	3,33 ± 0,1 ^a		3,26 ± 0,1 ^b	3,30 ± 0,1 ^a	
Sólidos solúveis (°Brix)	I	14,1 ± 0,5	14,7 ± 0,5	14,4 ± 0,5	12,1 ± 0,3	< 0,01	13,8 ± 1,2	13,8 ± 1,1	0,019
	II	14,6 ± 0,7	14,5 ± 0,7	15,2 ± 0,6	14,0 ± 0,8		14,8 ± 0,8	14,4 ± 0,8	
	III	17,5 ± 0,9	16,1 ± 0,9	18,1 ± 0,2	14,4 ± 1,0		16,9 ± 1,5	16,2 ± 1,7	
	Md	15,4 ± 0,5 ^{ab}	15,1 ± 0,5 ^b	15,9 ± 0,3 ^a	13,5 ± 0,5 ^c		15,1 ± 0,9 ^a	14,8 ± 1,1 ^b	
Acidez titulável (%)	I	1,12 ± 0,1	1,35 ± 0,2	1,78 ± 0,1	1,15 ± 0,1	< 0,01	1,39 ± 0,3	1,31 ± 0,3	0,025
	II	0,75 ± 0,1	0,71 ± 0,1	1,19 ± 0,1	0,80 ± 0,1		0,88 ± 0,2	0,85 ± 0,3	
	III	0,64 ± 0,0	0,65 ± 0,2	0,92 ± 0,0	0,63 ± 0,0		0,72 ± 0,1	0,70 ± 0,1	
	Md	0,84 ± 0,1 ^b	0,90 ± 0,1 ^b	1,30 ± 0,0 ^a	0,86 ± 0,0 ^b		1,00 ± 0,2 ^a	0,95 ± 0,2 ^b	
Índice de maturação	I	12,7 ± 1,4	11,1 ± 2,1	8,2 ± 0,8	10,5 ± 0,6	< 0,01	10,2 ± 1,6	11,0 ± 2,5	0,228
	II	19,5 ± 1,9	21,4 ± 5,5	12,8 ± 0,9	17,7 ± 2,1		17,3 ± 2,9	18,4 ± 5,5	
	III	27,4 ± 1,8	26,1 ± 5,8	19,8 ± 1,1	22,9 ± 2,3		24,2 ± 4,6	23,9 ± 4,2	
	Md	19,8 ± 1,1 ^a	19,5 ± 3,3 ^a	13,6 ± 0,6 ^c	17,0 ± 1,1 ^b		17,2 ± 2,5	17,8 ± 3,7	
Açúcares redutores (%)	I	12,4 ± 0,8	14,0 ± 1,1	12,1 ± 1,6	10,6 ± 2,0	< 0,01	12,2 ± 2,2	12,4 ± 1,5	0,210
	II	12,6 ± 1,2	11,3 ± 1,7	11,5 ± 1,2	11,6 ± 1,7		11,8 ± 1,3	11,7 ± 1,7	
	III	15,5 ± 1,5	14,7 ± 1,8	14,6 ± 1,1	12,2 ± 1,5		14,8 ± 1,9	13,7 ± 1,7	
	Md	13,5 ± 0,7 ^a	13,3 ± 0,9 ^a	12,7 ± 1,0 ^a	11,4 ± 0,9 ^b		12,9 ± 1,3	12,6 ± 1,1	

Valores são expressos como média ± desvio padrão ($n = 5$). Letras distintas na mesma linha em cada fator (Cultivar copa e Porta-enxerto) indicam diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$ ou $p < 0,01$).

Nomenclaturas: I, II e III, avaliações realizadas no primeiro, segundo e terceiro ciclo produtivo, respectivamente; Md, média dos três ciclos produtivos.

Os teores de sólidos solúveis das uvas ‘BRS Cora’, ‘Isabel Precoce’ e ‘BRS Carmem’ atenderam à legislação brasileira que estabelece valor mínimo de 14 °Brix em uvas para processamento (BRASIL, 2000). No entanto, os valores encontrados na uva IAC 138-22 ‘Máximo’ foram inferiores. Essa variedade apresentou limitado potencial de acúmulo de açúcares, atingindo em média 13,5 °Brix. Essa limitação pode estar relacionada a uma deficiência genética da uva IAC 138-22 ‘Máximo’, uma vez que também tem sido observada por outros autores (PEDRO JÚNIOR et al., 2014).

Com relação à acidez titulável, valores semelhantes foram encontrados entre as uvas ‘Isabel Precoce’, ‘BRS Carmem’ e IAC 138-22 ‘Máximo’, com média de 0,87 % de ácido tartárico. Por outro lado, mesmo com o alto conteúdo de sólidos solúveis,

elevada acidez foi encontrada na uva 'BRS Cora', com média de 1,30 % de ácido tartárico. Esse resultado é semelhante aos encontrados em condições semiáridas do Brasil (RIBEIRO; LIMA; ALVES, 2012). Em situações como essas, em que uma cultivar apresenta baixo teor de sólidos solúveis ou alta acidez titulável, torna-se importante para o produtor e para a indústria possuir mais de uma cultivar. Dessa forma, as possíveis limitações de uma uva podem ser equilibradas por outra, de forma a atender os padrões exigidos para a bebida e possibilitar uma melhor qualidade dos sucos para o consumidor.

O efeito dos porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' também foi observado nas características químicas da uva (Tabela 3). Nas videiras cultivadas sobre o porta-enxerto 'IAC 766' foram encontradas uvas com menor pH (3,26), maior teor de sólidos solúveis (15,1 °Brix) e maior acidez titulável (1,00 % de ácido tartárico) do que as uvas das videiras cultivadas sobre o 'IAC 572'. Esses resultados diferem dos encontrados por Borges et al. (2014) que não verificaram efeito dos mesmos porta-enxertos em uvas da variedade Concord.

Estudos têm demonstrado que o porta-enxerto pode influenciar as taxas fotossintéticas das copas (KOUNDOURAS et al., 2008), o que está diretamente relacionado aos metabólicos primários e secundários das plantas e conseqüentemente, a qualidade química das uvas (DIAS et al., 2012; LEE; STEENWERTH, 2013). Particularmente em relação ao pH, estudos indicam que o efeito dos porta-enxertos pode estar relacionado à capacidade de extração de potássio do solo, isto é, quanto maior a afinidade do porta-enxerto por esse nutriente, maior o pH da uva (KODUR et al., 2013).

2.3.4 Análise de componentes principais

A análise de componentes principais (ACP) foi aplicada a todas às variáveis produtivas, físicas e químicas estudadas nas diferentes combinações copa/porta-enxertos. A variabilidade total do experimento foi explicada por sete componentes principais (Tabela 4), de modo que os componentes 1 e 2 (CP1 e CP2, respectivamente) explicaram 71,52 % da variação total (Figura 2).

Tabela 4 – *Loadings* das variáveis nas componentes principais da ACP de 19 características produtivas, físicas e químicas de oito combinações copa/porta-enxertos de videiras.

Variáveis	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7
NCP	-0,088	-0,202	0,970	-0,084	-0,060	0,025	-0,006
PDC	-0,102	-0,116	0,934	0,316	-0,050	-0,016	-0,008
PDT	-0,102	-0,116	0,934	0,316	-0,050	-0,016	-0,008
MFC	-0,231	-0,007	-0,266	0,888	0,295	0,029	-0,005
CC	-0,395	-0,850	-0,201	0,244	-0,097	-0,104	-0,043
LC	-0,314	-0,912	-0,218	0,100	-0,071	0,058	0,065
MFB	0,984	-0,112	0,039	0,132	0,020	0,003	-0,019
CB	0,955	-0,239	-0,090	0,146	0,023	0,018	-0,008
LB	0,984	-0,023	-0,046	0,162	0,032	-0,019	-0,033
MFE	-0,934	0,196	0,149	0,228	0,119	-0,029	0,017
CE	-0,565	-0,753	-0,100	0,168	-0,270	0,044	0,014
LE	-0,754	-0,615	-0,210	0,042	-0,060	0,007	-0,054
ME/MC	-0,930	0,214	0,256	-0,143	0,054	0,030	0,012
NBC	-0,934	0,131	-0,180	0,270	0,056	-0,026	0,025
pH	-0,518	0,613	-0,518	0,166	-0,244	0,000	-0,027
SS	0,914	-0,335	-0,033	0,173	-0,059	-0,117	0,070
AT	0,332	-0,924	-0,122	-0,127	0,069	-0,017	-0,015
IM	0,061	0,927	-0,040	0,278	-0,227	-0,078	0,009
AR	0,838	0,219	-0,051	0,447	-0,176	0,126	0,003
Autovalor	8,603	4,987	3,320	1,657	0,358	0,057	0,018
Variabilidade (%)	45,280	26,245	17,471	8,721	1,886	0,301	0,095
Cumulativo (%)	45,280	71,525	88,996	97,718	99,604	99,905	100,000

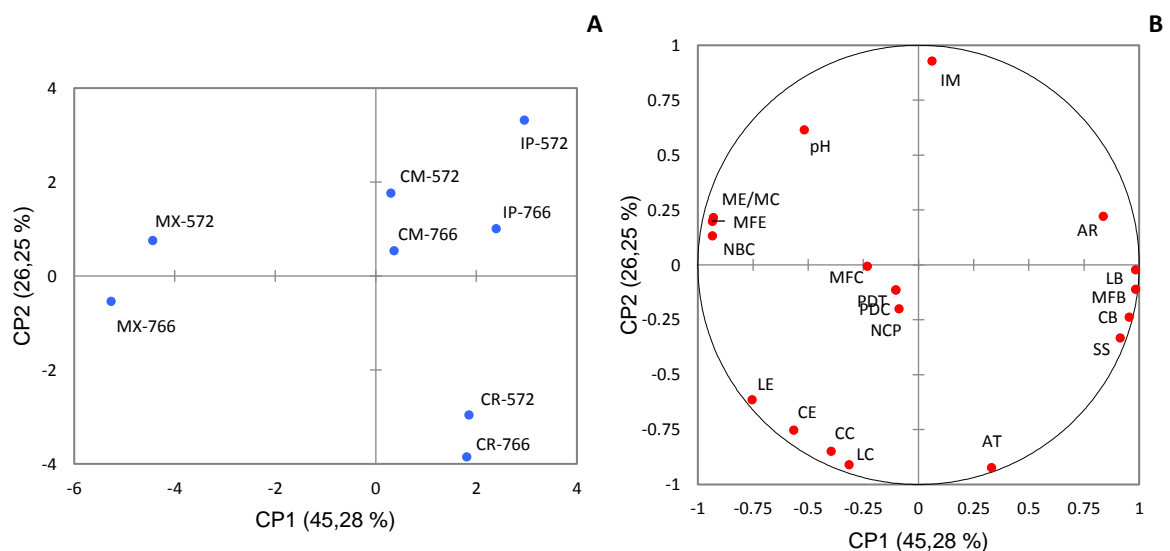
Nomenclatura das abreviações – NCP: número de cachos por planta; PDC: produção; PDT: produtividade; MFC: massa fresca de cacho; CC: comprimento de cacho; LC: largura de cacho; MFB: massa fresca de baga; CB: comprimento de baga; LB: largura de baga; MFE: massa fresca de engaço; CE: comprimento de engaço; LE: largura de engaço; ME/MC: relação massa de engaço/massa de cacho; NBC: número de bagas por cacho; SS: sólidos solúveis; AT: acidez titulável; IM: índice de maturação; AR: açúcares redutores.

A CP1 explicou 45,28% dessa variação e foi efetiva ao separar, em ambos os porta-enxertos estudados, a cultivar IAC 138-22 Máximo principalmente das cultivares ‘Isabel Precoce’ e ‘BRS Cora’. A BRS Carmem foi posicionada muito próxima ao eixo central da CP1 (Figura 2A). As variáveis com maior contribuição na separação da CP1 foram a massa fresca, comprimento e largura de bagas, sólidos solúveis e açúcares redutores. Contribuíram fortemente ainda, no entanto, com *loadings* negativos o número de bagas por cacho (NBC), massa fresca de engaço (MFE) e a relação massa de engaço/massa de cacho (ME/MC) (Figura 2B). CP1 *scores* e *loadings* sugerem que bagas maiores e mais pesadas, e ainda com maior conteúdo de açúcares foram encontradas nas cultivares Isabel Precoce e BRS Cora, em ambos os porta-enxertos. No entanto, essas cultivares apresentaram menores NBC, MFE e ME/MC, variáveis mais relacionadas à cultivar IAC 138-22 Máximo.

A segunda componente principal explicou 26,25 % da variabilidade do experimento. CP2 *scores* separou de forma clara as cultivares Isabel Precoce e BRS Carmem da BRS Cora, em ambos os porta-enxertos (Figura 2A). A cultivar IAC 138-

22 Máximo foi posicionada na parte central do eixo CP2, de modo que quando enxertada sobre o porta-enxerto 'IAC 572' foi posicionada no lado positivo do eixo, e sobre o 'IAC 766' no lado negativo. Embora isso tenha ocorrido apenas na IAC 138-22 Máximo, analisando a CP2 scores é possível observar uma separação entre os porta-enxertos em todas as cultivares copa estudada. CP2 loadings sugere que essas separações foram devidas principalmente ao índice de maturação e, com loadings negativos, a acidez titulável, largura e comprimento de cachos (Figura 2B).

Figura 2 – Análise de componentes principais das 19 características produtivas, físicas e químicas analisadas em combinações copa/porta-enxerto cultivados em condições tropicais no Sudeste brasileiro. CP1/CP2 scores (A) e loadings plot (B) explicando 71,52 % da variação total.



Nomenclaturas: IP, Isabel Precoce; CM, BRS Carmem; CR, BRS Cora; MX, IAC 138-22 Máximo; 766, porta-enxerto IAC 766; 572, porta-enxerto IAC 572; NCP, número de cachos por planta; PDC, produção; PDT, produtividade; MFC, massa fresca de cacho; CC, comprimento de cacho; LC, largura de cacho; MFB, massa fresca de baga; CB, comprimento de baga; LB, largura de baga; MFE, massa fresca de engaçó; CE, comprimento de engaçó; LE, largura de engaçó; ME/MC, relação massa de engaçó/massa de cacho; NBC, número de bagas por cacho; SS, sólidos solúveis; AT, acidez titulável; IM, índice de maturação; AR, açúcares redutores.

CP2 scores e loadings apontam que a cultivar BRS Cora apresentou cachos maiores e mais pesados, além de uvas com maior teor de acidez e menor índice de maturação do que as cultivares Isabel Precoce e BRS Carmem, com valores intermediários para a IAC 138-22 'Máximo', em ambos os porta-enxertos.

As variáveis relacionadas às características produtivas, número de cachos por planta, produção e produtividade, tiveram baixa contribuição nas CP1 e CP2, certamente devido à semelhança dessas características entre as cultivares Isabel Precoce, IAC 138-22 Máximo e BRS Cora. As variáveis produtivas contribuíram fortemente apenas na CP3, que explicou 17,47 % da variação total do experimento

(Tabela 4). Com isso, a análise de componentes principais foi eficiente ao confirmar os resultados mostrados anteriormente através de ANOVA e teste Tukey (Tabelas 1, 2, 3).

2.4 Conclusões

As variedades Isabel Precoce, IAC 138-22 Máximo e BRS Cora apresentaram características produtivas semelhantes entre si e superiores à BRS Carmem.

As uvas 'Isabel Precoce' e 'BRS Carmem' apresentaram boas características físicas e químicas, com níveis equilibrados de sólidos solúveis e acidez. Por sua vez, a uva 'BRS Cora' manteve acidez elevada, mesmo com alto conteúdo de sólidos solúveis, e a uva IAC 138-22 'Máximo' apresentou limitado potencial no acúmulo de açúcares.

Em relação aos porta-enxertos, o 'IAC 766' proporcionou maior produtividade às copas, cachos e bagas maiores e com maior massa, além de uvas com maior conteúdo de açúcares e ácidos, sendo assim, o mais recomendado.

Referências

- ALVARENGA, Â. A. et al. Influência do porta-enxerto sobre o crescimento e produção da cultivar de videira Niágara Rosada (*Vitis labrusca* L. x *Vitis vinifera* L.), em condições de solo ácido. **Ciência e Agrotecnologia**, v. Edição esp., p. 1459–1464, 2002.
- BASCUNÁN-GODOY, L. et al. Rootstock effect on irrigated grapevine yield under arid climate conditions are explained by changes in traits related to light absorption of the scion. **Scientia Horticulturae**, v. 218, p. 284–292, 2017.
- BORGES, R. S. et al. Produção e qualidade de frutos de clones de videira 'Concord' sobre diferentes porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 2, p. 198–204, 2014.
- BOTELHO, R. V. et al. Organic production of red wine grapes under plastic cover in subtropical region of Brasil. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1186–1195, 2011.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 01, de 07 de janeiro de 2000. **Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, v. Seção 1, p. 54–58, 2000.
- BRASIL. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 1. ed. Brasília: Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2005.
- CAMARGO, U. A. 'Isabel Precoce': alternativa para a vitivinicultura brasileira. **Comunicado Técnico [da] Embrapa Uva e Vinho**, v. 1, n. 54, p. 1–6, 2004.

- CAMARGO, U. A. et al. Grapevine performance and production strategies in tropical climates. **Asian Journal of Food and Agro-Industry**, v. 5, n. 4, p. 257–269, 2012.
- CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G. BRS Cora. Nova cultivar de uva para suco, adaptada a climas tropicais. **Comunicado Técnico [da] Embrapa Uva e Vinho**, n. 53, p. 1–7, 2004.
- CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; RITSCHHEL, P. S. BRS Carmem. Nova cultivar de uva tardia para suco. **Comunicado Técnico [da] Embrapa Uva e Vinho**, v. 1, n. 84, p. 1–8, 2008.
- CEPAGRI. **Clima dos municípios paulistas**. Disponível em: <<http://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html>>. Acesso em: 18 jan. 2017.
- CHAMPAGNOL, F. **Éléments de physiologie de la vigne et de viticulture générale**. 1. ed. Montpellier: Dehan, 1984.
- CONCEIÇÃO, M. A. F. et al. Estimativa dos coeficientes de cultivo (kc) de videiras para suco. **Agrometeoros**, v. 25, n. 1, p. 203–210, 2017.
- CONDE, C. et al. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. **Food**, v. 1, n. 1, p. 1–22, 2007.
- DIAS, F. A. N. et al. Videira ‘Syrah’ sobre diferentes porta-enxertos em ciclo de inverno no sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 2, p. 208–215, 2012.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. In: Centro Nacional de Pesquisa de Solos. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. p. 306.
- FAO; OIV. **Table and dried grapes: World data available**. FAO-OIV Focus 2016. Disponível em <<http://www.oiv.int/js/lib/pdfjs/web/viewer.html?file=/public/medias/5268/fao-oiv-focus-2016.pdf>>. Acesso em: 03 mar. 2018.
- GONZÁLEZ-FERNÁNDEZ, A. B. et al. Relationship between physical and chemical parameters for four commercial grape varieties from the Bierzo region (Spain). **Scientia Horticulturae**, v. 147, p. 111–117, 2012.
- GRANATO, D. et al. Effects of geographical origin, varietal and farming system on the chemical composition and functional properties of purple grape juices: A review. **Trends in Food Science and Technology**, v. 52, p. 31–48, 2016.
- HERNANDES, J. L. et al. Fenologia e produção de cultivares americanas e híbridas de uvas para vinho, em Jundiaí-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 135–142, 2010.
- IBACACHE, A.; ALBORNOZ, F.; ZURITA-SILVA, A. Yield responses in Flame seedless, Thompson seedless and Red Globe table grape cultivars are differentially modified by rootstocks under semi arid conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 204, p. 25–32, 2016.
- JIN, Z. et al. Modifications of ‘Summer Black’ grape berry quality as affected by the different rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 210, p. 130–137, 2016.
- KELLER, M. **The science of grapevines: anatomy and physiology**. 2. ed. Washington: Elsevier Inc., 2015.

- KODUR, S. et al. Regulation of berry quality parameters in 'Shiraz' grapevines through rootstocks (*Vitis*). **Vitis**, v. 52, n. 3, p. 125–128, 2013.
- KOUNDOURAS, S. et al. Rootstock effects on the adaptive strategies of grapevine (*Vitis vinifera* L. cv. Cabernet-Sauvignon) under contrasting water status: Leaf physiological and structural responses. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 128, p. 86–96, 2008.
- LEE, J.; STEENWERTH, K. L. 'Cabernet Sauvignon' grape anthocyanin increased by soil conservation practices. **Scientia Horticulturae**, v. 159, p. 128–133, 2013.
- LIMA, M. S. et al. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. **Food Chemistry**, v. 161, p. 94–103, 2014.
- MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A. **O cultivo da videira Niágara no Brasil**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2012.
- MELLO, L. M. R. Vitivinicultura brasileira: panorama 2016. **Comunicado Técnico [da] Embrapa Uva e Vinho**, v. 199, p. 1–7, 2017.
- NELSON, N. A. A photometric adaptation of Somogyi method for the determination of glucose. **Journal of Biological Chemistry**, v. 135, n. 1, p. 136–175, 1944.
- PAULETTO, D. et al. Produção e vigor da videira 'Niágara Rosada' relacionados com o porta-enxerto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 1, p. 115–121, 2001.
- PEDRO JÚNIOR, M. J. et al. Curva de maturação e estimativa do teor de sólidos solúveis e acidez total em função de graus-dia: Uva IAC 138-22 'Máximo'. **Bragantia**, v. 73, n. 1, p. 81–85, 2014.
- RIBEIRO, T. P.; LIMA, M. A. C. DE; ALVES, R. E. Maturação e qualidade de uvas para suco em condições tropicais, nos primeiros ciclos de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 8, p. 1057–1065, 2012.
- RIZZON, L. A.; MIELE, A. Avaliação da cv. Cabernet Sauvignon para elaboração de vinho tinto. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 22, n. 2, p. 192–198, 2002.
- RIZZON, L. A.; MIELE, A. Efeito da safra vitícola na composição da uva, do mosto e do vinho Isabel da Serra Gaúcha, Brasil. **Ciência Rural**, v. 36, n. 3, p. 959–964, 2006.
- ROBERTO, S. R. et al. Berry-cluster thinning to prevent bunch compactness of 'BRS Vitoria', a new black seedless grape. **Scientia Horticulturae**, v. 197, p. 297–303, 2015.
- SILVA, M. J. R. et al. Phenolic compounds and antioxidant activity of red and white grapes on different rootstocks. **African Journal of Biotechnology**, v. 16, n. 13, p. 664–671, 2017.
- VRSIC, S.; PULKO, B.; KOCSIS, L. Factors influencing grafting success and compatibility of grape rootstocks. **Scientia Horticulturae**, v. 181, p. 168–173, 2015.
- YAMAMOTO, L. Y. et al. Application of abscisic acid (S -ABA) to cv. Isabel grapes (*Vitis vinifera* × *Vitis labrusca*) for color improvement: Effects on color, phenolic composition and antioxidant capacity of their grape juice. **Food Research International**, v. 77, p. 572–583, 2015.

Capítulo 3 – Compostos bioativos e atividade antioxidante em uvas de variedades *Vitis labrusca* e híbridas brasileiras sobre diferentes porta-enxertos

Resumo

A composição bioativa da uva sofre a influência de diversos fatores, dentre eles da interação entre variedade copa e porta-enxerto. Assim, sob condições de clima tropical do Brasil, compostos bioativos e atividade antioxidante foram analisados em frações de películas e polpas de uvas das variedades ‘Isabel Precoce’, ‘BRS Carmem’, ‘BRS Cora’, ‘BRS Violeta’ e IAC 138-22 ‘Máximo’ enxertadas sobre os porta-enxertos ‘IAC 766’ e ‘IAC 572’. O conteúdo de compostos fenólicos nas películas foi profundamente maior do que nas polpas. As uvas ‘BRS Violeta’ destacaram-se pela maior concentração de compostos fenólicos, seguidas das uvas IAC 138-22 ‘Máximo’. Correlacionado ao conteúdo fenólico, as atividades antioxidantes também decresceram nessa sequência BRS Violeta > IAC 138-22 Máximo > BRS Cora > BRS Carmem > Isabel Precoce. Para a maioria das variedades houve influência dos porta-enxertos em um número mínimo dos compostos avaliados, no entanto, o efeito deles foi relevante nas uvas ‘BRS Violeta’.

Palavras-chave: compostos fenólicos, ácidos orgânicos, viticultura tropical, suco de uva

Bioactive compounds and antioxidant activity in grapes of Brazilian *Vitis labrusca* and hybrids varieties onto different rootstocks

Abstract

The grape bioactive composition is influenced by several factors, among them the scion-rootstock interaction. Thus, under tropical climate conditions in Brazil, bioactive compounds and antioxidant activity were analyzed in both skins and pulps parts of the grapes from ‘Isabel Precoce’, ‘BRS Carmem’, ‘BRS Cora’, ‘BRS Violeta’ and IAC 138-22 ‘Máximo’ varieties grafted onto ‘IAC 766’ and ‘IAC 572’ rootstocks. The phenolic compounds content in the skins was profoundly greater than in the pulps. The ‘BRS Violeta’ grapes were highlighted by the higher concentration of phenolic compounds, followed by the IAC 138-22 ‘Máximo’ grapes. Correlated to the phenolic content, the antioxidant activities also decreased in this sequence ‘BRS Violeta’ > IAC 138-22 ‘Máximo’ > ‘BRS Cora’ > ‘BRS Carmem’ > ‘Isabel Precoce’. For most varieties there was influence of the rootstocks in a minimum number of assessed compounds, however, their effect was relevant in ‘BRS Violeta’ grapes.

Key words: phenolic compounds, organic acids, tropical viticulture, grape juice

3.1 Introdução

A viticultura no Brasil é uma prática recente e com características distintas quando comparada com os tradicionais países produtores de uva na Europa (FRAIGE;

PEREIRA-FILHO; CARRILHO, 2014). Tradicionalmente, o suco de uva brasileiro é elaborado com variedades *Vitis labrusca*, principalmente Isabel, Bordô e Concord. Essas variedades apresentam melhor adaptação às condições de clima subtropical e temperado da região Sul do Brasil e representam mais de 80% das uvas destinadas à produção, não apenas de sucos, mas também de vinhos de mesa, doces e geleias (BURIN et al., 2014; NIXFORD; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, 2010), mas esse cenário vem sofrendo mudanças.

O desenvolvimento de variedades de uva híbridas para processamento adaptadas às regiões mais quentes do Brasil tem possibilitado seu cultivo em regiões tropicais brasileiras (BARCIA et al., 2014). Destacam-se dentre esses novos híbridos a 'BRS Carmem', 'BRS Cora' e 'BRS Violeta', desenvolvidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), e a IAC 138-22 'Máximo', desenvolvida pelo Instituto Agrônomo (IAC). Por serem matérias-primas para a elaboração de sucos e vinhos, é importante conhecer a composição química das uvas, já que isso pode influenciar a qualidade do produto final.

Os compostos fenólicos das uvas concentram-se principalmente nas películas, onde predominam as antocianinas e os isômeros de resveratrol (*cis* e *trans*), e nas sementes, onde há predominância de flavanóis como (+)-catequina e (-)-epicatequina, enquanto a polpa é rica em ácidos fenólicos (GRANATO et al., 2016). Esses compostos são metabólitos secundários das plantas aos quais se tem atribuído potenciais efeitos benéficos à saúde (REBELLO et al., 2013). Estudos revelam que os compostos fenólicos podem atuar como poderosos antioxidantes capazes de eliminar radicais livres nas células (LAGO-VANZELA et al., 2011a) e que uma dieta rica em polifenóis está associada a redução no risco de desenvolver doenças crônicas, como doenças cardiovasculares, cânceres e diabetes (TOALDO et al., 2015).

Na polpa da uva concentram-se também metabólitos primários, como os ácidos orgânicos e os açúcares (LI et al., 2013). As hexoses, glicose e frutose, bem como os ácidos orgânicos, ácidos tartárico e málico, são os compostos que mais contribuem com a doçura e acidez da uva (CONDE et al., 2007), influenciando significativamente sua qualidade organoléptica, e conseqüentemente, a qualidade dos sucos e vinhos (COELHO et al., 2018; LIMA et al., 2014; SILVA et al., 2015). Além disso, há relatos de efeitos benéficos de ácidos orgânicos à saúde, tendo sido demonstrado que a adição dos ácidos cítrico e málico à dieta proporciona efeitos protetivos ao miocárdio, atuando em lesões isquêmicas (TANG et al., 2013).

A composição química da uva pode ser afetada por diversos fatores, como a qualidade e composição do solo, o sistema de cultivo, as práticas culturais, a exposição dos cachos ao sol e a incidência de patógenos (GRANATO et al., 2016; XI et al., 2016). A qualidade da uva pode ser fortemente influenciada também pelo porta-enxerto. Estudos na literatura relatam efeitos positivos significativos no conteúdo de compostos fenólicos e na atividade antioxidante de diferentes espécies de uva em função dos porta-enxertos (BASCUNÁN-GODOY et al., 2017; CHENG et al., 2017; JOGAIAH et al., 2015; SILVA et al., 2017a). No entanto, essa influência dependerá da afinidade na interação entre a variedade copa e porta-enxerto (SURIANO et al., 2016).

No estado de São Paulo, região Sudeste do Brasil, predominantemente de clima tropical úmido (*Aw*), o cultivo de uvas *Vitis vinifera* para mesa é tradicionalmente realizado utilizando o porta-enxerto 'IAC 572', um porta-enxerto brasileiro de alto vigor. Com a introdução de variedades *Vitis labrusca* e novos híbridos destinados à elaboração de sucos, fazem-se necessários novos estudos, visto que não foram encontrados na literatura científica trabalhos mostrando o efeito de porta-enxertos no conteúdo de compostos bioativos da uva das novas variedades híbridas.

Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de dois porta-enxertos no perfil de compostos fenólicos bioativos, ácidos orgânicos e atividade antioxidante em películas e polpas de uvas de novas variedades *Vitis labrusca* e híbridas, cultivadas em região de clima tropical do Sudeste do Brasil.

3.2 Material e Métodos

3.2.1 Padrões e reagentes químicos

Álcool etílico, ácido sulfúrico, persulfato de potássio e Folin-Ciocalteu foram obtidos da Merck (Darmstadt, Alemanha). Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromato-2-ácido carboxílico), 2,2-difenil-1-picrilhidrazila (DPPH), 2,2-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS), glicose e frutose foram obtidos da Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, EUA). Metanol e acetonitrila foram obtidos da J.T. Backer (México). Água purificada em sistema Milli-Q® (Millipore, Bedford, MA, EUA). Malvidina 3,5-diglicosídeo, malvidina 3-glicosídeo, cianidina 3,5-diglicosídeo, cianidina 3-glicosídeo, peonidina 3-glicosídeo, delphinidina 3-glicosídeo, pelargonidina 3-glicosídeo, petunidina 3-glicosídeo, caempferol 3-glicosídeo, miricetina, isorhamnetina

3-glicosídeo, quercetina (di-hidratada), rutina, Isoquercetina (quercetin-3-O-glucopyranoside), ácido gálico, ácido cinâmico, ácido ρ -cumárico, ácido clorogênico, ácido cafeico, *trans*-resveratrol, (-)-epicatequina galato e (-)-epigallocatequina galato obtidos da Extrasynthese (Genay, França). Os ácidos málico, cítrico, láctico, acético e tartárico foram obtidos da Vetec Chemistry Ltda (Rio de Janeiro, Brasil).

3.2.2 Local de execução do experimento e material vegetal

O ensaio de campo foi realizado em vinhedo experimental no Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, do Instituto Agrônomo (IAC), em Votuporanga (20° 20' S, 49° 58' e 525 m de altitude), região Noroeste do Estado de São Paulo, Brasil. De acordo com a classificação de Köppen, o clima local é classificado como tropical úmido (Aw). Durante o ciclo produtivo a temperatura média foi de 24,1 °C, com temperaturas máxima e mínima média de 33,3 °C e 18,2 °C, respectivamente, e precipitação pluvial acumulada de 782,5 mm.

Cinco variedades de uvas tintas foram estudadas, Isabel Precoce (*V. labrusca* L.), e os híbridos, BRS Carmem (Muscat Belly A x H 65.9.14), BRS Cora (Muscat Belly A x H. 65.9.14), BRS Violeta (BRS Rúbea x IAC 1398-21) e IAC 138-22 Máximo (Seibel 11342 x Syrah), codificadas IP, CM, CR, VL e MX, respectivamente. Todas elas foram cultivadas sobre os porta-enxertos IAC 766 'Campinas' (106-8 Mgt x *Vitis caribaea*) e IAC 572 'Jales' [*V. caribaea* x 101-14 Mgt (*V. Riparia* x *V. Rupestris*)]. Assim, as 10 combinações copa/porta-enxerto avaliadas foram: IP-766, IP-572, CM-766, CM-572, CR-766, CR-572, VL-766, VL-572, MX-766 e MX-572.

O plantio dos porta-enxertos foi realizado em agosto de 2013, em espaçamento de 2,0 m x 1,1 m, entre linhas e plantas, respectivamente, para o total de 4.545 plantas ha⁻¹, e a enxertia das copas em julho de 2014. As videiras foram conduzidas em sistema de espaldeira com cordão unilateral. A poda de produção foi realizada em agosto de 2015, mantendo uma gema por esporão, seguida da aplicação de cianamida hidrogenada a 5% para induzir e uniformizar a brotação das gemas. A colheita foi realizada entre dezembro de 2015 e janeiro de 2016, quando as uvas atingiram o estágio de maturação tecnológica. Análises químicas básicas das uvas foram realizadas no momento da colheita, obtendo-se valores variando de 3,18 a 3,29

(pH), 14,30 a 15,52 °Brix (sólidos solúveis), e de 0,66 a 1,14 % de ácido tartárico (acidez titulável).

3.2.3 Preparação das amostras e extração

Uma amostra composta por 200 bagas foi aleatoriamente coletada de diferentes partes dos cachos (basal, mediana e apical), separadas em 4 replicadas (4 x 50 bagas) e fracionadas em porções de películas, polpas e sementes. As frações de películas e polpas foram imediatamente congeladas em nitrogênio líquido e armazenadas a -20 °C até o momento das extrações.

Para a determinação dos compostos fenólicos e atividade antioxidante, as frações de película e polpa foram extraídas com álcool etílico (100 %) em uma proporção amostra/solvente de 1:2 (m/v). Os extratos foram incubados por 1 h em agitadora refrigerada a 20 °C (Tecnal®, Piracicaba, SP, Brasil). Após serem centrifugados (4500 rpm, 7 min), uma porção de 1,5 mL do sobrenadante foi coletada e o etanol residual foi evaporado por um concentrador centrífugo a vácuo (miVac DUO concentrator, Genevac®, Reino Unido). Então, o extrato foi redissolvido (volume final de 1,5 mL) em solução de água acidificada (ácido fosfórico 1%, v/v), filtrado através de uma membrana de 0,45 µm (Allcrom®, Brasil) e mantido a -20 °C até o momento das análises.

De uma segunda amostragem, utilizaram-se apenas as porções de polpa para extração e análises dos ácidos orgânicos e açúcares individuais. Para isso, as polpas foram mixadas e diluídas em água ultrapura na proporção 1:1 (v/v). Os extratos foram filtrados através de membranas de nylon de 0,45 µm (Allcrom®, Brasil) e mantidos a -20 °C até o momento das análises.

3.2.4 Compostos fenólicos totais e antocianinas monoméricas totais

O teor de compostos fenólicos totais dos extratos de película e polpa de uva foi determinado pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI JR, 1965) e expresso em grama de ácido gálico equivalente (GAE) por Kg⁻¹. O conteúdo de antocianinas monoméricas totais foi determinado apenas nos extratos de película pelo método do pH-diferencial (LEE; DURST; WROLSTAD, 2005) e

expresso em grama de cianidina 3-glicosídeo equivalente por Kg⁻¹. Ambas as análises foram realizadas utilizando um espectrofotômetro Instrutherm® UV-Vis 2000A.

3.2.5 Determinação de ácidos orgânicos e açúcares por HPLC

Os ácidos tartárico, málico, cítrico, láctico e acético, e os açúcares glicose e frutose foram quantificados por meio de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). Os ácidos orgânicos e os açúcares individuais foram determinados utilizando um sistema HPLC Agilent 1260 Infinity (Santa Clara, CA, EUA) equipado com Detector de Arranjos de Diodos (DAD, G1315D) e Detector de Índice de Refração (RID, G1362A) (Figura 1A), conforme metodologia descrita por Coelho et al. (2018). A separação dos compostos se deu em coluna de troca iônica Hi-Plex H (300 x 7.7 mm, partículas internas de 8,0 µm) protegida com uma coluna de guarda PL Hi-Plex H 5 x 3 mm (Agilent Technologies (Santa Clara, CA, EUA)). A fase utilizada foi H₂SO₄ 0.004 mol L⁻¹ em água ultrapura.

Figura 1 – Cromatógrafos Líquido de Alta Eficiência. A: HPLC Waters, Alliance e2695, equipado com DAD, na Embrapa Semiárido, em Petrolina-PE. B: HPLC Agilent, 1260 Infinity, equipado com DAD, G1315D e RID, G1362A, no Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Petrolina-PE.



3.2.6 Compostos fenólicos individuais

A determinação dos compostos fenólicos foi realizada em um cromatógrafo líquido Waters (Figura 1B), modelo Alliance e2695, equipado com um Detector de Arranjo de Diodos (Waters, Milford, MA, EUA) como descrito por Natividade, Corrêa, Souza, Pereira & Lima (2013). A coluna utilizada foi Gemini NX C-18 (150 mm × 4,6 mm × 3 µm) (Phenomenex, EUA). A coleta e análise dos dados foram realizadas utilizando o Software Empower™ 2 (Milford, EUA).

3.2.7 Atividade antioxidante *in vitro*

A atividade antioxidante *in vitro* foi determinada utilizando os métodos de captura de radicais livres ABTS e DPPH, de acordo com as metodologias de Re et al. (1999) e Kim, Guo & Packer (2002), respectivamente.

Para realização dos métodos, as amostras foram diluídas com água ultrapura até a obtenção da inibição dos radicais DPPH e ABTS entre 20 e 80%. Soluções de radicais DPPH e ABTS a 1 mmol foram preparadas em etanol e diluídas até uma absorbância de $0,900 \pm 0,050$ ($\lambda = 734$ nm) e $0,700 \pm 0,050$ ($\lambda = 517$ nm), respectivamente. As absorbâncias foram determinadas antes e após a adição dos extratos utilizando um espectrofotômetro UV-Vis 2000A (Instrutherm, Brasil). No método DPPH, a absorbância foi medida nos tempos $t = 0$ e $t = 30$ min após a adição da amostra. No método ABTS, a absorbância foi determinada nos tempos $t = 0$ e $t = 6$ min após a adição da amostra. O padrão analítico Trolox foi usado para construção das curvas de calibração. Os resultados foram expressos em equivalente de Trolox por quilo de película ou polpa (mM TEAC Kg⁻¹).

3.2.8 Delineamento experimental e análises estatísticas

Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado com dez tratamentos (combinações copa/porta-enxerto), com quatro repetições. Os dados das análises de película e polpa foram submetidos à análise de variância (*one-way* ANOVA) e as médias foram comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro, com auxílio do programa estatístico SISVAR versão 5.4 (Lavras, MG, Brasil). A correlação entre os compostos fenólicos e as atividades antioxidantes *in vitro* das

películas e polpas foi determinada através de análises de correlação de Pearson. Análise de componentes principais (ACP), realizada utilizando o software XLSTAT versão 19.4 (Addinsoft, NY, EUA), foi aplicada sobre todas as características avaliadas nas películas e polpas das uvas.

3.3 Resultados e Discussão

3.3.1 Ácidos orgânicos e açúcares

Um típico cromatograma de uma amostra de polpa é mostrado na Figura 2. O ácido tartárico foi o principal ácido orgânico encontrado nas uvas avaliadas nesse estudo, com concentração variando de 4,23 a 6,41 g L⁻¹, exceto na IP-766, na qual o teor de ácido málico foi superior (Tabela 1). Juntos, os ácidos tartárico e málico corresponderam de 92,0 a 98,0 % dos ácidos orgânicos quantificados, corroborando os estudos na literatura que afirmam que esses ácidos podem atingir mais de 90,0 % dos ácidos orgânicos da uva (LI et al., 2013).

O ácido cítrico foi detectado em todas as amostras, principalmente nas uvas 'BRS Cora', porém em quantidades inferiores (0,15 a 0,73 g L⁻¹) aos demais ácidos orgânicos analisados. Resultados semelhantes foram obtidos por outros autores não apenas em uvas, mas também em sucos e vinhos (COELHO et al., 2018; LI et al., 2013; LIMA et al., 2015). Embora em menor concentração, o ácido cítrico desempenha papel importante na inibição do crescimento de leveduras em alimentos e bebidas (SILVA et al., 2015). Além disso, estudos têm demonstrado sua importância por possuir efeitos protetores sobre a lesão por isquemia miocárdica/reperfusão (TANG et al., 2013). Em todas as uvas analisadas nesse estudo não foram detectados os ácidos acético e láctico, o que é desejável, uma vez que ao serem transmitidos aos sucos e vinhos afetam sua estabilidade e caracterizam alterações microbiológicas (LIMA et al., 2014).

Em relação aos açúcares, maior conteúdo de glicose e frutose foi encontrado nas uvas 'BRS Carmem', com média de 85,86 e 77,24 g L⁻¹, respectivamente. A relação glicose/frutose em todas as uvas variou de 1,02 a 1,15, sendo ligeiramente maior nas uvas IAC 138-22 'Máximo' devido aos seus menores teores de frutose. Ainda assim, esses valores estão próximos do considerado normal para uvas em final de maturação, que é de 1 (CONDE et al., 2007).

Tabela 1 – Ácidos orgânicos e açúcares (em g L⁻¹) em polpas de uva de variedades *Vitis labrusca* e híbridas cultivadas sobre os porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' sob condições tropicais no Sudeste do Brasil.

Variedade	Isabel Precoce		BRS Carmem		BRS Cora		BRS Violeta		IAC 138-22 Máximo	
	IAC 766	IAC 572	IAC 766	IAC 572	IAC 766	IAC 572	IAC 766	IAC 572	IAC 766	IAC 572
Ácidos orgânicos										
Tartárico	5,33 ± 0,33 ^{cd}	5,54 ± 0,25 ^{bc}	6,41 ± 0,33 ^a	4,28 ± 0,38 ^e	4,75 ± 0,07 ^{de}	5,03 ± 0,17 ^{cd}	4,23 ± 0,27 ^e	4,87 ± 0,09 ^{de}	6,19 ± 0,33 ^{ab}	5,33 ± 0,33 ^{cd}
Málico	7,77 ± 0,47 ^a	3,22 ± 0,27 ^{bc}	2,74 ± 0,43 ^{bc}	2,96 ± 2,17 ^{bc}	3,75 ± 0,15 ^{bc}	4,26 ± 0,23 ^b	3,37 ± 0,17 ^{bc}	2,74 ± 0,23 ^{bc}	3,53 ± 0,04 ^{bc}	2,30 ± 0,07 ^c
Cítrico	0,43 ± 0,14 ^b	0,45 ± 0,07 ^b	0,38 ± 0,02 ^b	0,23 ± 0,01 ^c	0,73 ± 0,02 ^a	0,72 ± 0,05 ^a	0,15 ± 0,00 ^c	0,15 ± 0,00 ^c	0,62 ± 0,05 ^a	0,46 ± 0,02 ^b
Acético	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Lático	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Σ Ácidos orgânicos	13,54 ± 3,62	9,22 ± 2,47	9,52 ± 2,76	7,47 ± 2,00	9,23 ± 2,24	10,01 ± 2,45	7,76 ± 2,08	7,76 ± 2,19	10,34 ± 2,73	8,09 ± 2,28
Açúcares										
Glicose	79,95 ± 0,28 ^{bc}	74,27 ± 0,24 ^d	87,52 ± 0,34 ^a	84,20 ± 0,41 ^{ab}	74,70 ± 0,30 ^{cd}	73,06 ± 1,73 ^d	76,82 ± 3,30 ^{cd}	76,57 ± 6,22 ^{cd}	75,52 ± 0,36 ^{cd}	72,66 ± 0,56 ^d
Frutose	73,83 ± 0,40 ^{abc}	66,83 ± 0,15 ^{def}	78,20 ± 0,25 ^a	75,73 ± 0,29 ^{ab}	73,42 ± 0,47 ^{abc}	71,31 ± 1,99 ^{bcd}	70,19 ± 2,99 ^{cde}	70,28 ± 5,35 ^{cde}	65,92 ± 0,67 ^{ef}	64,24 ± 0,18 ^f
Σ açúcares quantificados	153,78 ± 4,33	141,09 ± 5,26	165,72 ± 6,59	159,93 ± 5,99	148,12 ± 0,90	144,37 ± 1,23	147,01 ± 4,69	146,85 ± 4,45	141,45 ± 6,79	136,89 ± 5,96

Dados expressos como média ± desvio padrão ($n = 4$). Letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$). ND, não detectado; Σ, soma dos compostos quantificados.

O conteúdo e a composição de ácidos orgânicos e de açúcares solúveis determinam a qualidade organoléptica e o sabor das uvas (LI et al., 2013; LIMA et al., 2014), tendo sido essas características influenciadas pelos porta-enxertos. As uvas 'BRS Carmem' e IAC 138-22 'Máximo' combinadas com o porta-enxerto 'IAC 766' apresentaram teor significativamente superior dos ácidos tartárico e cítrico em relação a combinação dessas mesmas uvas com o porta-enxerto 'IAC 572'. De modo semelhante a uva IP-766 apresentou maior conteúdo de ácido málico, glicose e frutose que a uva IP-572 (Tabela 1). Estudos revelam que os porta-enxertos podem aumentar a captação da luz pela copa da videira, afetando diretamente a assimilação e o armazenamento de carbono (BASCUNÁN-GODOY et al., 2017), fatores que influenciam no metabolismo de ácidos e açúcares na planta. Variações no conteúdo dos ácidos málico e tartárico, e dos açúcares glicose, frutose também foram observadas na uva 'Syrah' sobre os porta-enxertos '1103 Paulsen', '110 Richter' em função da diferença de vigor proporcionados por esses à copa (DIAS et al., 2012).

3.3.2 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos foram quantificados separadamente nos extratos de películas (plc) e polpas (pp) das uvas das diferentes combinações copa/porta-enxerto (Tabela 2). Um típico cromatograma de uma amostra de extrato de película é mostrado na Figura 2.

3.3.2.1 Perfil de antocianinas das uvas

O perfil de antocianinas variou significativamente entre as uvas estudadas. Como esperado, a concentração desses compostos nas películas foi muitíssimo superior às polpas, corroborando diversos estudos na literatura (LAGO-VANZELA et al., 2011b; REBELLO et al., 2013).

O teor de pigmentos antociânico nos extratos de polpa variou de 0,28 a 11,59 mg Kg⁻¹. Embora em pequenas quantidades, praticamente todas as antocianinas avaliadas foram encontradas nas polpas das uvas IAC 138-22 'Máximo' e 'BRS Violeta'. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Barcia et al. (2014) e Lago-Vanzela et al. (2011b) em polpas das uvas 'BRS Violeta' e 'Bordô' (*V. labrusca*), respectivamente. Por outro lado, o teor de antocianinas nas películas chegou a 3025,5

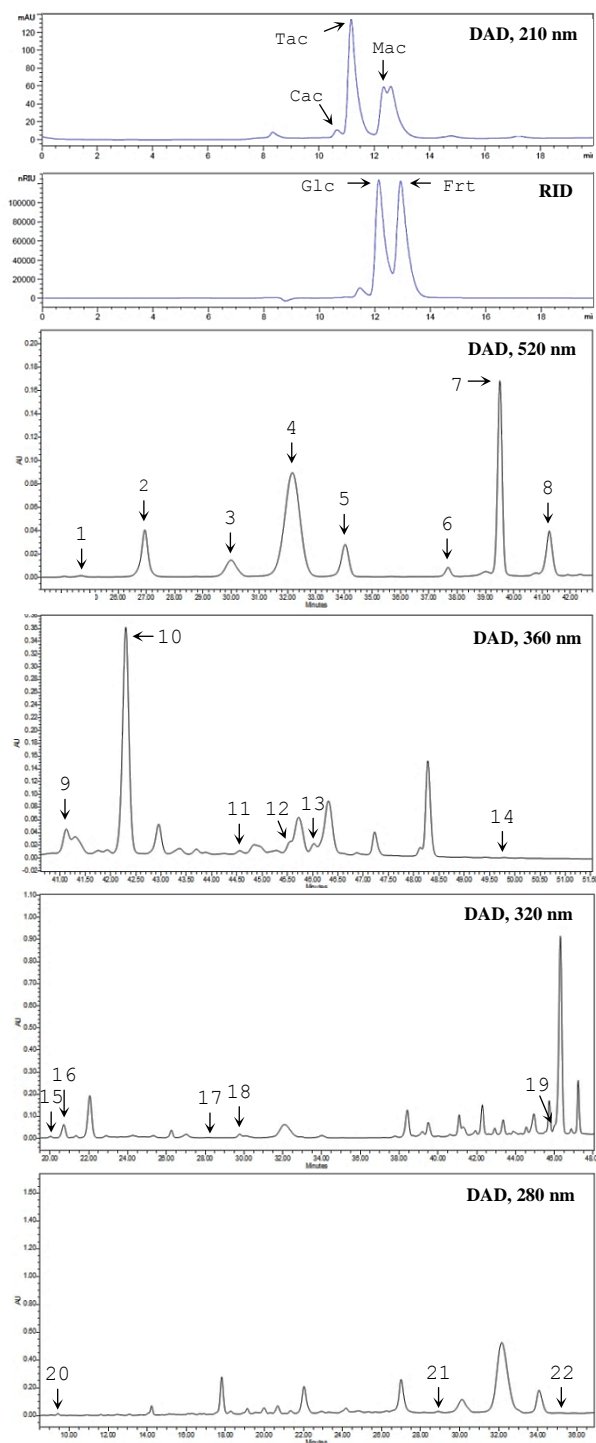
mg Kg⁻¹. Esse montante foi encontrado na uva VL-766, que diferiu das demais, inclusive da uva VL-572, com maior teor de cianidina 3,5-diglc, cianidina 3-glc e delphinidina 3-glc, principal antocianina encontrada nessa variedade. Em relação à uva VL-572, a uva VL-766 apresentou também maior teor de malvidina 3,5-diglc, tornando mais evidente a maior afinidade da 'BRS Violeta' pelo porta-enxerto 'IAC 766'.

Esses resultados indicam uma forte influência dos porta-enxertos na via biossintética das antocianinas da variedade uva 'BRS Violeta', o que também foi observado em estudos prévios realizados com videiras dessa variedade enxertadas sobre os porta-enxertos 'IAC 766' e '106-8 Mgt' (SILVA et al., 2017a). Os estudos com porta-enxertos em uvas híbridas para elaboração de sucos e vinhos são escassos, mas em outras espécies também foi observado o efeito de porta-enxertos no teor de antocianinas, como nas uvas 'Red Alexandria' (*V. vinifera*) (CHENG et al., 2017) e 'Greco Nero n.' (*V. vinifera*) (SURIANO et al., 2016).

As antocianinas nas uvas são sintetizadas através da via biossintética dos flavonoides (XI et al., 2016). No entanto, ainda não é bem compreendido como o porta-enxerto afeta a biossíntese e o conteúdo desses compostos. Estudos recentes mostram que a expressão de genes relacionados à biossíntese de flavonoides (*VviPAL3-like*, *VviCHS3*, *VviLAR2* e *VviUFGT*) em bagas da uva 'Cabernet Sauvignon' (*V. vinifera*) enxertada sobre o porta-enxerto 'M4' ocorreu antes e em maior intensidade que aquelas enxertadas sobre o '1103 P', paralelamente ao aumento da pigmentação e do acúmulo de flavonoides na película da uva (CORSO et al., 2016).

Altas concentrações de antocianinas também foram encontradas nas uvas MX-766 e MX-572, que somaram 1640 e 1412 mg Kg⁻¹(plc), respectivamente. Mais de 50% dessa quantidade foi representado apenas pela malvidina 3,5-diglc, com 878,2 e 738,5 mg Kg⁻¹, respectivamente. Não foram encontrados na literatura trabalhos que quantificassem o conteúdo de antocianinas da uva IAC 138-22 'Máximo'. No entanto, análises de espectro de massa caracterizaram essa uva pela presença de diglicosídeos de malvidina, petunidina e delphinidina (FRAIGE; PEREIRA-FILHO; CARRILHO, 2014). Outros estudos na literatura também reportam para outras variedades não viníferas ou híbridas grande quantidade de antocianinas derivadas do grupo 3,5-diglicosídeo, principalmente a malvidina, consideradas marcadores dessas uvas (BARCIA et al., 2014; LAGO-VANZELA et al., 2011a; NIXFORD; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, 2010; REBELLO et al., 2013).

Figura 2 – Cromatogramas HPLC de uma amostra representativa de extrato de polpa, no qual foram analisados os ácidos orgânicos e açúcares utilizando DAD a 210 nm e RID, respectivamente, e de uma amostra representativa de extrato de película, no qual foram analisados compostos fenólicos utilizando DAD a 520 nm, 360 nm, 320 nm e 280 nm.



Nomenclatura dos picos: Tac - ácido tartárico, Mac - ácido málico, Cac - ácido cítrico, Glc - Glicose, Frt - Frutose, 1 - cianidina 3,5-diglc, 2 - delphinidina 3-glc, 3 - cianidina 3-glc, 4 - malvidina 3,5-diglc, 5 - pelargonidina 3-glc, 6 - peonidina 3-glc, 7 - malvidina 3-glc, 8 - petunidina 3-glc, 9 - rutina, 10 - isoquercetina, 11 - caempferol, 12 - isorhamnetina, 13 - miricetina, 14 - quercetina, 15 - ácido clorogênico, 16 - ácido cafeico, 17 - ácido *p*-cumárico, 18 - ácido cinâmico, 19 - *trans*-resveratrol, 20 - ácido gálico, 21 - (-)-epigallocatequina galato, 22 - (-)-epicatequina galato.

Tabela 2 – Compostos fenólicos (em mg Kg⁻¹) em películas e polpas de uva de variedades *Vitis labrusca* e híbridas cultivadas sobre os porta-enxertos ‘IAC 766’ e ‘IAC 572’ sob condições de clima tropical no Sudeste do Brasil.

(Continua)

Cultivar	Parte uva	Isabel Precoce		BRS Carmem		BRS Cora		BRS Violeta		IAC 138-22 Máximo	
		IAC 766	IAC 572	IAC 766	IAC 572	IAC 766	IAC 572	IAC 766	IAC 572	IAC 766	IAC 572
Antocianinas											
Malvidina 3,5-diglc	Plc	34,43 ± 7,11 ^e	39,89 ± 6,55 ^e	290,2 ± 47,0 ^d	324,3 ± 22,6 ^d	ND	ND	805,3 ± 81,6 ^{ab}	571,8 ± 81,3 ^c	878,2 ± 49,7 ^a	738,5 ± 39,0 ^b
	Pp	ND	ND	0,70 ± 0,24 ^c	1,25 ± 0,20 ^{bc}	ND	ND	3,67 ± 0,76 ^a	1,44 ± 0,53 ^{bc}	3,01 ± 0,71 ^{ab}	3,66 ± 1,74 ^a
Malvidina 3-glc	Plc	181,7 ± 44,9 ^b	199,6 ± 18,1 ^b	8,24 ± 3,28 ^c	7,61 ± 1,49 ^c	ND	ND	116,7 ± 50,5 ^b	8,64 ± 2,75 ^c	376,3 ± 65,3 ^a	314,2 ± 37,4 ^a
	Pp	0,21 ± 0,05 ^b	0,27 ± 0,23 ^b	0,05 ± 0,02 ^b	0,06 ± 0,03 ^b	ND	ND	0,15 ± 0,09 ^b	0,04 ± 0,00 ^b	0,73 ± 0,27 ^a	0,89 ± 0,32 ^a
Cianidina 3,5-diglc	Plc	ND	ND	1,07 ± 0,43 ^c	0,83 ± 0,25 ^c	71,42 ± 19,8 ^c	71,14 ± 8,99 ^c	498,5 ± 69,9 ^a	391,7 ± 62,6 ^b	6,59 ± 2,60 ^c	7,69 ± 1,21 ^c
	Pp	ND	ND	ND	ND	0,37 ± 0,30 ^b	0,17 ± 0,09 ^b	2,63 ± 0,70 ^a	1,78 ± 0,65 ^a	ND	ND
Cianidina 3-glc	Plc	15,12 ± 3,66 ^d	11,49 ± 2,98 ^d	25,35 ± 7,06 ^d	24,80 ± 1,55 ^d	32,00 ± 8,47 ^{cd}	35,43 ± 4,29 ^{cd}	255,6 ± 35,5 ^a	172,4 ± 31,8 ^b	67,51 ± 20,8 ^c	72,39 ± 10,2 ^c
	Pp	ND	ND	0,44 ± 0,11 ^c	0,56 ± 0,08 ^c	0,22 ± 0,18 ^c	0,13 ± 0,08 ^c	3,37 ± 0,73 ^a	1,72 ± 0,60 ^b	0,51 ± 0,11 ^c	0,61 ± 0,27 ^c
Delphinidina 3-glc	Plc	19,28 ± 4,95 ^e	16,39 ± 1,91 ^e	11,06 ± 3,66 ^e	9,96 ± 1,71 ^e	252,5 ± 56,2 ^c	278,5 ± 35,6 ^c	1127 ± 53,6 ^a	888,0 ± 72,5 ^b	117,0 ± 53,1 ^d	101,8 ± 23,9 ^{de}
	Pp	ND	ND	ND	ND	0,13 ± 0,08 ^c	0,06 ± 0,05 ^c	1,31 ± 0,32 ^a	0,63 ± 0,22 ^b	0,06 ± 0,03 ^c	0,07 ± 0,03 ^c
Peonidina 3-glc	Plc	38,83 ± 7,96 ^a	36,19 ± 6,08 ^a	1,62 ± 0,73 ^c	1,52 ± 0,26 ^c	2,72 ± 0,69 ^c	2,59 ± 0,31 ^c	12,82 ± 1,84 ^b	7,15 ± 1,17 ^{bc}	12,71 ± 5,42 ^b	12,87 ± 3,17 ^b
	Pp	0,07 ± 0,04 ^a	0,09 ± 0,06 ^a	0,08 ± 0,03 ^a	0,11 ± 0,02 ^a	ND	ND	0,15 ± 0,06 ^a	0,10 ± 0,05 ^a	0,05 ± 0,02 ^a	0,07 ± 0,04 ^a
Pelargonidina 3-glc	Plc	32,96 ± 8,48 ^{cd}	32,42 ± 3,23 ^{cd}	5,45 ± 2,54 ^d	4,41 ± 1,20 ^d	57,58 ± 9,69 ^c	54,60 ± 7,19 ^c	184,8 ± 6,15 ^a	154,4 ± 2,99 ^{ab}	122,8 ± 50,8 ^{bc}	109,4 ± 22,5 ^c
	Pp	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,23 ± 0,06 ^a	0,10 ± 0,02 ^b	0,07 ± 0,03 ^b	0,09 ± 0,05 ^b
Petunidina 3-glc	Plc	ND	ND	ND	ND	ND	ND	24,27 ± 4,97 ^b	11,02 ± 1,29 ^b	58,98 ± 7,15 ^a	55,21 ± 9,85 ^a
	Pp	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,08 ± 0,00 ^{bc}	0,06 ± 0,02 ^c	0,13 ± 0,02 ^{ab}	0,14 ± 0,04 ^a
Σ Antocianinas	Plc	322,37 ± 59,07	336,02 ± 65,56	342,9 ± 100,2	373,4 ± 112,5	416,21 ± 85,81	442,29 ± 94,43	3025,5 ± 403,2	2205,1 ± 319,6	1640,0 ± 296,1	1412,0 ± 246,6
	Pp	0,28 ± 0,07	0,36 ± 0,10	1,37 ± 0,26	2,12 ± 0,44	0,72 ± 0,14	0,36 ± 0,07	11,59 ± 1,55	5,86 ± 0,79	4,56 ± 1,02	5,53 ± 1,24
Flavonóis											
Quercetina	Plc	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,10 ± 0,00 ^a	0,10 ± 0,00 ^a
	Pp	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Isoquercetina	Plc	29,69 ± 4,06 ^b	23,13 ± 8,64 ^{bc}	4,54 ± 0,41 ^d	7,35 ± 2,87 ^d	24,02 ± 8,41 ^{bc}	29,39 ± 3,26 ^b	33,18 ± 8,61 ^{ab}	12,04 ± 1,57 ^{cd}	34,16 ± 4,72 ^{ab}	45,49 ± 6,63 ^a
	Pp	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,23 ± 0,07 ^a	0,13 ± 0,05 ^a	ND	ND
Rutina	Plc	1,22 ± 0,09 ^b	0,64 ± 0,55 ^b	0,77 ± 0,22 ^b	0,80 ± 0,16 ^b	4,59 ± 0,34 ^a	4,57 ± 1,11 ^a	1,24 ± 0,45 ^b	1,31 ± 0,39 ^b	4,55 ± 0,58 ^a	5,35 ± 0,82 ^a
	Pp	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Caempferol	Plc	2,23 ± 0,44 ^{bc}	1,31 ± 1,15 ^{bcd}	1,55 ± 0,39 ^{bcd}	2,39 ± 0,72 ^b	7,38 ± 1,56 ^a	7,23 ± 0,95 ^a	0,52 ± 0,09 ^{cd}	0,35 ± 0,06 ^d	1,28 ± 0,12 ^{bcd}	1,65 ± 0,25 ^{bcd}
	Pp	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,14 ± 0,05 ^a	0,09 ± 0,06 ^a	ND	ND
Miricetina	Plc	1,79 ± 0,25 ^{bc}	1,24 ± 0,6 ^{cdef}	0,57 ± 0,22 ^{efg}	0,75 ± 0,2 ^{defg}	0,32 ± 0,05 ^g	0,42 ± 0,09 ^{fg}	4,28 ± 0,41 ^a	2,58 ± 0,40 ^b	1,38 ± 0,51 ^{cde}	1,50 ± 0,25 ^{cd}
	Pp	ND	ND	0,04 ± 0,00 ^b	0,07 ± 0,02 ^a	ND	ND	0,04 ± 0,00 ^b	0,04 ± 0,00 ^b	0,04 ± 0,00 ^b	0,04 ± 0,00 ^b
Isorhamnetina	Plc	0,40 ± 0,11 ^d	0,32 ± 0,05 ^d	0,40 ± 0,20 ^d	0,35 ± 0,06 ^d	1,65 ± 0,26 ^{cd}	1,57 ± 0,30 ^{cd}	22,68 ± 4,09 ^a	16,51 ± 2,41 ^b	4,11 ± 0,43 ^c	5,00 ± 0,49 ^c
	Pp	ND	ND	0,06 ± 0,02 ^a	0,07 ± 0,02 ^a	ND	ND	0,12 ± 0,06 ^a	0,07 ± 0,04 ^a	ND	ND
Σ Flavonóis	Plc	35,33 ± 11,69	26,64 ± 9,17	7,83 ± 1,67	11,64 ± 2,77	37,96 ± 9,11	43,19 ± 11,22	61,89 ± 14,12	32,80 ± 7,03	45,58 ± 13,13	59,09 ± 17,58
	Pp	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,10 ± 0,03	0,14 ± 0,04	0,00 ± 0,00	0,00 ± 0,00	0,53 ± 0,09	0,33 ± 0,05	0,04 ± 0,02	0,04 ± 0,02

Tabela 2 – Compostos fenólicos (em mg Kg⁻¹) em películas e polpas de uva de variedades *Vitis labrusca* e híbridas cultivadas sobre os porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' sob condições de clima tropical no Sudeste do Brasil.

(Conclusão)

Estilbeno											
<i>trans</i> -Resveratrol	Plc	0,52 ± 0,09 ^d	0,60 ± 0,08 ^d	1,67 ± 0,37 ^{bc}	1,57 ± 0,18 ^c	0,52 ± 0,05 ^d	0,45 ± 0,10 ^d	3,89 ± 0,57 ^a	2,36 ± 0,49 ^b	1,43 ± 0,20 ^c	1,40 ± 0,12 ^c
	Pp	0,08 ± 0,00 ^c	0,08 ± 0,00 ^c	0,12 ± 0,00 ^b	0,12 ± 0,00 ^b	0,08 ± 0,00 ^c	0,08 ± 0,00 ^c	0,17 ± 0,02 ^a	0,12 ± 0,03 ^b	0,11 ± 0,02 ^{bc}	0,13 ± 0,02 ^b
Ácidos fenólicos											
Ácido gálico	Plc	2,76 ± 0,82 ^b	2,03 ± 0,57 ^b	2,67 ± 0,32 ^b	3,29 ± 1,50 ^{ab}	3,49 ± 0,42 ^{ab}	3,07 ± 0,68 ^{ab}	4,63 ± 0,41 ^a	3,01 ± 0,55 ^{ab}	2,61 ± 0,50 ^b	2,87 ± 0,69 ^b
	Pp	3,10 ± 0,20 ^a	1,98 ± 0,48 ^{bc}	1,60 ± 0,21 ^{cde}	1,92 ± 0,23 ^{bcd}	2,30 ± 0,21 ^b	1,64 ± 0,4 ^{bcde}	1,14 ± 0,17 ^e	1,30 ± 0,29 ^{de}	1,41 ± 0,14 ^{cde}	1,23 ± 0,19 ^e
Ácido cafeico	Plc	14,19 ± 5,55 ^{ab}	15,69 ± 2,32 ^a	1,62 ± 0,43 ^d	1,40 ± 0,14 ^d	8,16 ± 0,50 ^c	7,35 ± 0,96 ^c	9,40 ± 0,86 ^{bc}	10,50 ± 3,95 ^{abc}	7,08 ± 1,17 ^{cd}	7,98 ± 0,31 ^c
	Pp	0,49 ± 0,10 ^{abc}	0,42 ± 0,18 ^{bcd}	0,11 ± 0,07 ^{de}	0,21 ± 0,09 ^{cde}	0,42 ± 0,15 ^{bcd}	0,31 ± 0,09 ^{cde}	0,77 ± 0,19 ^a	0,70 ± 0,21 ^{ab}	0,08 ± 0,03 ^e	0,14 ± 0,02 ^{de}
Ácido cinâmico	Plc	0,65 ± 0,26 ^b	0,82 ± 0,23 ^b	0,65 ± 0,18 ^b	0,50 ± 0,29 ^b	0,50 ± 0,08 ^b	0,52 ± 0,10 ^b	11,52 ± 1,74 ^a	12,11 ± 2,34 ^a	0,83 ± 0,09 ^b	0,75 ± 0,13 ^b
	Pp	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Ácido clorogênico	Plc	2,03 ± 0,63 ^{bcd}	1,99 ± 0,25 ^{bcd}	0,12 ± 0,05 ^d	0,18 ± 0,05 ^d	0,60 ± 0,00 ^{cd}	0,60 ± 0,08 ^{cd}	8,76 ± 3,61 ^a	4,51 ± 0,57 ^b	1,41 ± 0,54 ^{cd}	3,32 ± 0,68 ^{bc}
	Pp	0,13 ± 0,04 ^{cd}	0,12 ± 0,03 ^{cd}	0,04 ± 0,00 ^d	0,04 ± 0,00 ^d	0,20 ± 0,06 ^{bc}	0,25 ± 0,06 ^b	0,04 ± 0,00 ^d	0,04 ± 0,00 ^d	0,42 ± 0,05 ^a	0,50 ± 0,05 ^a
Ácido <i>p</i> -Cumárico	Plc	0,35 ± 0,10 ^c	0,40 ± 0,08 ^c	ND	ND	0,32 ± 0,05 ^c	0,40 ± 0,08 ^c	1,01 ± 0,10 ^a	0,68 ± 0,18 ^b	0,23 ± 0,05 ^c	0,23 ± 0,05 ^c
	Pp	0,04 ± 0,00 ^b	0,04 ± 0,00 ^b	0,04 ± 0,00 ^b	0,04 ± 0,00 ^b	0,07 ± 0,02 ^{ab}	0,06 ± 0,02 ^{ab}	0,06 ± 0,02 ^{ab}	0,05 ± 0,02 ^{ab}	0,08 ± 0,00 ^a	0,06 ± 0,02 ^{ab}
Ácido siríngico	Plc	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
	Pp	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Σ Ácidos fenólicos	Plc	19,97 ± 5,42	20,93 ± 6,04	5,07 ± 1,09	5,37 ± 1,29	13,07 ± 3,19	11,94 ± 2,85	35,31 ± 4,74	30,81 ± 5,07	12,15 ± 2,65	15,15 ± 3,01
	Pp	3,76 ± 1,23	2,56 ± 0,78	1,79 ± 0,64	2,21 ± 0,76	2,98 ± 0,90	2,26 ± 0,63	2,01 ± 0,50	2,09 ± 0,54	1,98 ± 0,55	1,93 ± 0,48
Flavanóis											
(–)-Epic. galato	Plc	1,66 ± 0,40 ^d	1,36 ± 0,16 ^d	1,87 ± 0,26 ^{cd}	2,15 ± 0,48 ^{cd}	2,84 ± 0,43 ^{bc}	2,79 ± 0,46 ^{bc}	4,38 ± 0,43 ^a	3,29 ± 1,02 ^{ab}	1,21 ± 0,16 ^d	1,58 ± 0,14 ^d
	Pp	0,26 ± 0,05 ^{ab}	0,29 ± 0,16 ^{ab}	0,27 ± 0,04 ^{ab}	0,30 ± 0,02 ^{ab}	0,13 ± 0,02 ^{bc}	0,12 ± 0,03 ^b	0,46 ± 0,21 ^a	0,34 ± 0,09 ^{ab}	0,24 ± 0,06 ^{ab}	0,26 ± 0,10 ^{ab}
(–)-Epig. galato	Plc	0,89 ± 0,56 ^{cde}	0,62 ± 0,26 ^{de}	2,52 ± 0,68 ^{ab}	2,90 ± 0,70 ^a	0,23 ± 0,10 ^e	0,30 ± 0,12 ^e	1,82 ± 0,55 ^{bc}	1,41 ± 0,44 ^{cd}	1,63 ± 0,32 ^{bcd}	1,93 ± 0,22 ^{abc}
	Pp	0,24 ± 0,03 ^b	0,24 ± 0,07 ^b	0,45 ± 0,09 ^a	0,48 ± 0,06 ^a	0,15 ± 0,08 ^b	0,14 ± 0,04 ^{bc}	0,11 ± 0,04 ^c	0,09 ± 0,04 ^c	0,14 ± 0,02 ^{bc}	0,16 ± 0,00 ^{bc}
Σ Flavanóis	Plc	2,56 ± 0,55	1,98 ± 0,53	4,39 ± 0,46	5,05 ± 0,53	3,08 ± 1,85	3,09 ± 1,76	6,19 ± 1,81	4,69 ± 1,33	2,84 ± 0,30	3,50 ± 0,25
	Pp	0,50 ± 0,01	0,53 ± 0,04	0,72 ± 0,13	0,77 ± 0,13	0,28 ± 0,01	0,26 ± 0,01	0,57 ± 0,25	0,43 ± 0,18	0,38 ± 0,07	0,42 ± 0,07
AMT ¹ (g Kg ⁻¹)	Plc	0,45 ± 0,03 ^e	0,47 ± 0,02 ^e	1,39 ± 0,06 ^d	1,51 ± 0,06 ^d	1,49 ± 0,21 ^d	1,56 ± 0,14 ^d	8,34 ± 0,41 ^a	7,52 ± 0,36 ^b	2,84 ± 0,18 ^c	2,50 ± 0,14 ^c
	Pp	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Fenólicos totais ² (g Kg ⁻¹)	Plc	0,94 ± 0,09 ^e	1,09 ± 0,12 ^e	2,54 ± 0,24 ^d	2,54 ± 0,15 ^d	2,54 ± 0,32 ^d	2,70 ± 0,26 ^d	11,05 ± 0,56 ^a	9,25 ± 0,47 ^b	5,09 ± 0,92 ^c	5,45 ± 0,25 ^c
	Pp	0,21 ± 0,04 ^{bc}	0,19 ± 0,04 ^{bc}	0,16 ± 0,02 ^c	0,18 ± 0,01 ^c	0,21 ± 0,03 ^{bc}	0,22 ± 0,07 ^{bc}	0,38 ± 0,07 ^a	0,29 ± 0,02 ^b	0,13 ± 0,01 ^c	0,17 ± 0,03 ^c

Dados expressos como média ± desvio padrão ($n = 4$). Letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Nomenclatura das abreviações: Plc, película; Pp, polpa; diglc, diglicosídeo; glc, glicosídeo; Epic, Epicatequina; Epig, Epigallocatequina; ND, não detectado; NA, não analisado; Σ, soma dos compostos quantificados por HPLC em cada classe fenólica.

¹ Antocianinas monoméricas totais quantificadas pelo método de diferença de pH e expressas como g Kg⁻¹ equivalentes de cianidina 3-glicosídeo.

² Compostos fenólicos totais mensurados pelo método de Folin-Ciocalteu e expressos em g Kg⁻¹ equivalente de ácido gálico.

Embora seja uma *Vitis labrusca*, a principal antocianina encontrada nas uvas 'Isabel Precoce' foi a malvidina 3-glc, com média de 190,6 mg Kg⁻¹(plc). Esse resultado corrobora estudos realizados anteriormente em sucos dessa variedade, nos quais o conteúdo de malvidina 3-glc foi superior à malvidina 3,5-diglc (LIMA et al., 2015; NATIVIDADE et al., 2013). Resultados semelhantes também foram obtidos em sucos e vinhos da uva 'Isabel' (*V. labrusca*) (NIXFORD; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, 2010; SILVA et al., 2016), principal uva utilizada para a elaboração de sucos no Brasil e da qual a 'Isabel Precoce' se originou através de uma mutação somática espontânea (CAMARGO, 2004). O perfil de antocianinas de cada variedade está comumente ligado à sua herança genética, embora possa ser influenciado por condições ambientais (BARCIA et al., 2014).

Semelhante aos resultados obtidos em HPLC, as antocianinas monoméricas totais (AMT) também foram encontradas em maior concentração na uva VL-766, diferindo significativamente da uva VL-572, com 8,34 e 7,52 g Kg⁻¹(plc), respectivamente. O teor de AMT nas uvas 'BRS Violeta' foi cerca de 17 vezes maior do que nas uvas 'Isabel Precoce' (0,46 mg Kg⁻¹(plc)). Os baixos teores de antocianinas totais de uvas, sucos e vinhos de 'Isabel Precoce' e 'Isabel' têm sido reportados na literatura (LIMA et al., 2014; NATIVIDADE et al., 2013; SILVA et al., 2017b), da mesma forma que o alto potencial das uvas 'BRS Violeta' em expressar altas concentrações desses compostos também tem sido demonstrado (REBELLO et al., 2013; SILVA et al., 2017a). A uva 'BRS Violeta' pode ser sugerida como uma importante fonte de antocianinas que deve dar origem a sucos de uva e vinhos tintos jovens intensamente coloridos.

Os teores de AMT encontrados nas uvas 'BRS Carmem' e 'BRS Cora' foram intermediários, em média 1,45 e 1,50 mg Kg⁻¹(plc), respectivamente, sendo esses valores semelhantes aos obtidos em películas da uva 'Bordô', 1,36 g Kg⁻¹ (LAGO-VANZELA et al., 2011a).

3.3.2.2 Flavonóis e *trans*-resveratrol

A quantidade total de flavonóis nos extratos de polpa das uvas 'BRS Carmem', 'BRS Violeta' e IAC 138-22 'Máximo' foi baixa, com valores variando de 0,04 a 0,53 mg Kg⁻¹. Entretanto, nas uvas 'Isabel Precoce' e 'BRS Cora' esses compostos sequer foram detectados. Baixo teor de flavonóis também foi encontrado na polpa da uva

'Bordô' ($1,44 \mu\text{mol Kg}^{-1}$), o qual de acordo com os autores foi cerca de 100 vezes menor do que na película (LAGO-VANZELA et al., 2011a).

Nas películas, o conteúdo de flavonóis variou entre 7,83 e 61,89 mg Kg^{-1} . O composto majoritário dessa classe fenólica em todas as uvas foi a isoquercetina, responsável por mais de 50% do conteúdo total dos flavonóis na maioria das amostras. Maior concentração de isoquercetina foi encontrada nas uvas MX-572, MX-766 e VL-766, com média de $37,61 \text{ mg Kg}^{-1}_{(\text{plc})}$, enquanto que nas uvas 'BRS Carmem' o teor desse composto foi de $5,94 \text{ mg Kg}^{-1}_{(\text{plc})}$. Assim como as antocianinas, a biossíntese de flavonóis está sob controle genético, mas a expressão dos genes envolvidos é modulada por fatores externos, principalmente agrônômicos e climáticos, nesse caso sendo mais afetada pela exposição dos cachos à luz solar do que pela temperatura, como ocorre com as antocianinas (BARCIA et al., 2014; CORSO et al., 2016), assim a variação no conteúdo desses compostos entre as cultivares não segue o mesmo padrão.

O conteúdo de *trans*-resveratrol encontrado nas películas e polpas da uva VL-766, 3,89 e $0,17 \text{ mg Kg}^{-1}$, respectivamente, diferiu significativamente das demais amostras. As uvas 'BRS Carmem' e IAC 138-22 'Máximo' apresentaram valores semelhantes entre si, com média de $1,52 \text{ mg Kg}^{-1}_{(\text{plc})}$. O mesmo ocorreu entre as uvas 'Isabel Precoce' e 'BRS Cora', que apresentaram o menor teor desse estilbeno, com média de $0,52 \text{ mg Kg}^{-1}_{(\text{plc})}$, valor semelhante aos reportados por Burin et al. (2014) nas uvas 'Isabel', 'Concord' e 'Bordô', 0,35, 0,64 e $0,86 \text{ mg Kg}^{-1}$ de uva, respectivamente. Por sua vez, Lago-Vanzela et al. (2011b) relataram terem encontrado em películas da uva 'Bordô' teor de *trans*-resveratrol de $6,27 \text{ mg Kg}^{-1}$, não detectando a presença desse composto nas polpas dessa variedade. De acordo com esses autores, uvas com teor de *trans*-resveratrol acima de $2,37 \text{ mg Kg}^{-1}$ são consideradas altas produtoras de resveratrol.

3.3.2.3 Ácidos fenólicos e flavanóis

O conteúdo principal de ácidos fenólicos foi encontrado nas películas das uvas, com concentrações variando entre 5,07 a $35,31 \text{ mg Kg}^{-1}$. Esse resultado corrobora estudos realizados por Rebello et al. (2013) e Lago-Vanzela et al. (2011b), que também observaram maior distribuição dos ácidos fenólicos, especialmente os ácidos

hidroxicinâmicos, nas películas do que nas polpas das uvas 'BRS Violeta' e 'Bordô', respectivamente.

Maior concentração de ácidos fenólicos foi obtida nas uvas 'BRS Violeta' e 'Isabel Precoce', com média de 33,06 e 20,45 mg Kg⁻¹, respectivamente, seguidas das uvas IAC 138-22 'Máximo', 'BRS Cora' e 'BRS Carmem', com 13,65, 12,51 e 5,22 mg Kg⁻¹, respectivamente. Embora possa haver variações na concentração desses compostos, espera-se que essa diferença entre as variedades seja mantida nos seus sucos ou vinhos. Em sucos elaborados com uvas cultivadas no Vale do São Francisco (Nordeste, Brasil) também foi observado teor de ácidos fenólicos na 'BRS Violeta' > 'Isabel Precoce' > 'BRS Cora' (NATIVIDADE et al., 2013).

O perfil de ácidos fenólicos mostrou que o composto majoritário nas películas variou entre as variedades, sendo o ácido gálico na 'BRS Carmem', ácido cinâmico na 'BRS Violeta' e ácido cafeico nas uvas 'Isabel Precoce', 'BRS Cora' e IAC 138-22 'Máximo', enquanto na polpa, em todas as uvas o ácido gálico foi predominante. O ácido gálico (ácido hidroxibenzoico) é descrito como um dos compostos fenólicos mais importantes nas uvas, pois é o precursor de todos os taninos hidrolisáveis e está associado aos taninos condensados (GARRIDO; BORGES, 2013).

Os teores de flavanóis foram semelhantes entre as cultivares, variando de 0,26 a 0,72 mg Kg⁻¹ nas polpas e de 1,98 a 6,19 mg Kg⁻¹ nas películas. Nessa fração das uvas, maior teor de epicatequina galato foi encontrado nas uvas 'BRS Violeta', enquanto que maior conteúdo de epigallocatequina galato foi obtido nas uvas 'BRS Carmem'. Não houve efeito dos porta-enxertos em cada cultivar copa. Os flavanóis são taninos que são localizados principalmente nas películas e nas sementes das uvas (JOGAIAH et al., 2015), o que explica os baixos valores encontrados na polpa das uvas nesse estudo. A determinação de flavonóis em uvas 'Greco Nero n.' mostrou pouco efeito dos porta-enxertos 775 Paulsen, 779 Paulsen, 225 Ruggeri, 420 A e Kober 5 BB, sugerindo uma alta influência genotípica da copa na acumulação desses compostos na película da uva (SURIANO et al., 2016).

3.3.2.4 Compostos fenólicos totais

O teor de compostos fenólicos totais (CFT) analisados utilizando o método de Folin-Ciocalteu foi um reflexo do conteúdo fenólico determinado em HPLC. A quantidade de CFT nas películas das uvas (0,94 a 11,05 mg Kg⁻¹) foi muito superior

às polpas (0,13 a 0,38 mg Kg⁻¹). Em ambas as partes, a maior concentração desses compostos foi obtida nas uvas 'BRS Violeta', que nesse caso também sofreu influência dos porta-enxertos, assim, a uva VL-766 apresentou maior conteúdo fenólico total do que a uva VL-572, com 11,05 e 9,25 mg Kg⁻¹(plc), respectivamente. Alto teor de CFT também foi obtido nas uvas IAC 138-22 'Máximo', com média de 5,27 mg Kg⁻¹(plc). Resultados semelhantes foram obtidos em estudos previamente publicados por Silva et al. (2017a) que não obtiveram efeito dos porta-enxertos 'IAC 766' e '106-8 Mgt' no teor de CFT das uvas 'BRS Violeta' e IAC 138-22 'Máximo', nas quais os valores médios foram de 7,18 e 6,65 mg Kg⁻¹, relatando o maior conteúdo fenólico dessas variedades em relação a outras uvas *V. labrusca* e *V. vinifera*.

Das amostras analisadas, o menor conteúdo fenólico foi encontrado nas uvas 'Isabel Precoce', enquanto 'BRS Carmem' e 'BRS Cora' apresentaram valores intermediários e semelhantes entre si, com médias de 1,02, 2,54 e 2,62 mg Kg⁻¹(plc), respectivamente. Burin et al. (2014) obtiveram nas uvas Isabel, Concord, Bordô, Cabernet Sauvignon e Merlot, teor de CFT de 0,57, 0,85, 1,06, 0,77 e 0,83 mg Kg⁻¹, inferiores aos do presente trabalho, embora tenham sido quantificados em baga inteira. Considerando as frações de película e polpa, os valores encontrados nas uvas 'BRS Carmem' e 'BRS Cora' nesse trabalho também foram superiores aos da uva 'Bordô, na qual obteve-se concentração de 1,06 e 0,07 mg Kg⁻¹ de película e polpa, respectivamente (LAGO-VANZELA et al., 2011a).

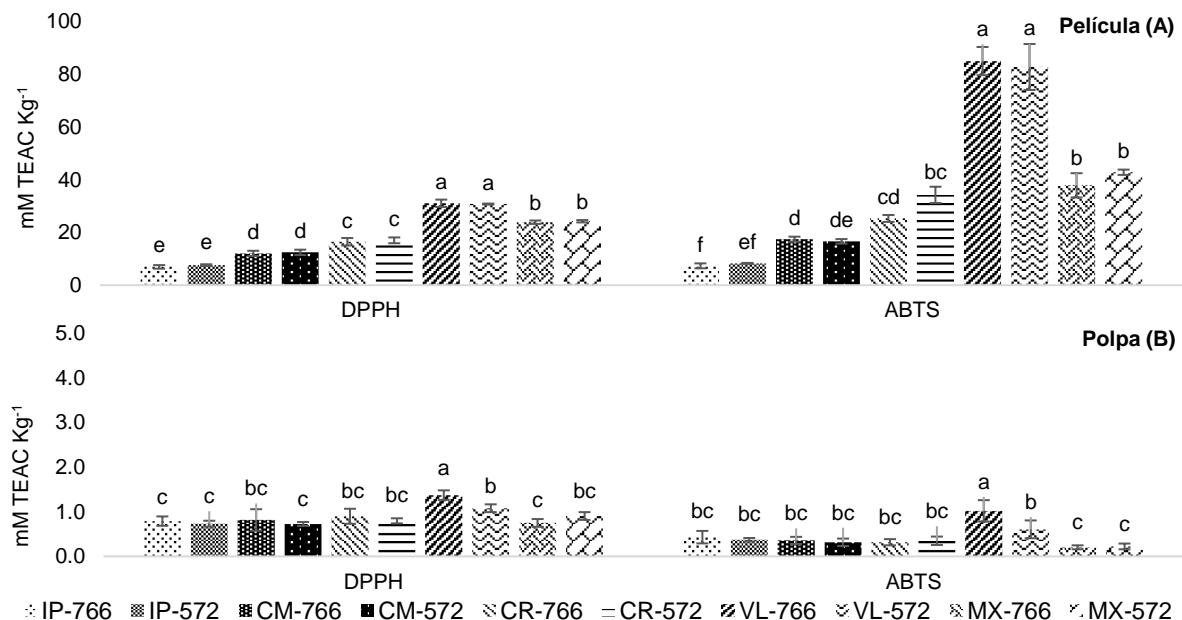
3.3.3 Atividade antioxidante *in vitro*

A determinação da atividade antioxidante *in vitro* (AOX) dos extratos de película e polpa das uvas foi realizada utilizando os métodos DPPH e ABTS. Como esperado, as películas da uva apresentaram AOX superior aos de polpa devido ao maior conteúdo de compostos fenólicos presentes nessa parte da uva (Figura 3).

A AOX nos extratos de polpa variou de 0,73 a 1,37 mM Kg⁻¹ no método DPPH, e de 0,20 a 1,02 mM Kg⁻¹ no método ABTS (Figura 3B). Em ambos os métodos, maiores valores foram encontrados na uva VL-766, diferindo significativamente inclusive da uva VL-572, que apresentou valor semelhante às demais amostras. Esses resultados estão relacionados ao maior conteúdo fenólico encontrado na uva VL-766 em relação à VL-572 (Tabela 2), o que também foi constatado por Cheng et al. (2017) em polpas da uva 'Red Alexandria' cultivada sobre diferentes porta-enxertos na região Sul da China.

Embora os resultados acima mencionados para os compostos fenólicos tenham demonstrado forte efeito dos porta-enxertos também nas películas, principalmente na uva ‘BRS Violeta’, não houve influência dos porta-enxertos ‘IAC 766’ e ‘IAC 572’ na AOX dos extratos de película, que variou de 7,20 a 30,79 mM Kg⁻¹ e de 7,33 a 85,05 mM Kg⁻¹ nos métodos DPPH e ABTS, respectivamente. Pode-se observar que os valores obtidos com o método ABTS foram superiores ao método DPPH, o que também foi verificado por outros autores estudando diferentes espécies de uvas tintas e brancas por ambos os métodos (BURIN et al., 2014; ROCKENBACH et al., 2011; XU et al., 2010).

Figura 3 – Atividade antioxidante *in vitro* em extratos de películas (A) e polpas (B) de uva de variedades *Vitis labrusca* e híbridas cultivadas sobre os porta-enxertos ‘IAC 766’ e ‘IAC 572’ sob condições tropicais no Sudeste do Brasil.



Barras verticais indicam o desvio padrão da média ($n = 4$). Letras distintas acima das barras verticais indicam diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$), em cada método (DPPH e ABTS). Nomenclaturas: IP, Isabel Precoce; CM, BRS Carmem; CR, BRS Cora; VL, BRS Violeta; MX, IAC 138-22 Máximo; 766, porta-enxerto ‘IAC 766’; 572, porta-enxerto ‘IAC 572’.

Nas películas, observou-se claramente alta AOX nas uvas ‘BRS Violeta’ (30,9 e 83,9 mM Kg⁻¹), seguida das uvas IAC 138-22 ‘Máximo’ (24,1 e 40,4 mM Kg⁻¹) (Figura 3A). Por outro lado, menor AOX foi encontrada na uva ‘Isabel Precoce’, com 7,4 e 7,8 mM Kg⁻¹, nos métodos DPPH e ABTS, respectivamente. A variação entre as cultivares está relacionada ao conteúdo fenólico em cada uma delas, indicando que as uvas mais ricas em compostos fenólicos, possuem também maior poder antioxidante, o que também foi observado por outros autores não só em uvas, mas também em sucos e vinhos (SILVA et al., 2016; XU et al., 2010).

Diversos estudos na literatura têm relatado dificuldades em obter dados similares na AOX de uvas, tornando difícil a comparação entre os resultados obtidos devido às diferenças nos métodos analíticos (DPPH, ABTS, FRAP, ORAC, entre outros), unidades de medida ou mesmo devido aos materiais de referência da uva (uva inteira, frações de película, polpa ou sementes, massa fresca ou seca) (GONZÁLEZ-CENTENO et al., 2013; LAGO-VANZELA et al., 2011a; SILVA et al., 2017a).

Considerando estudos realizados em diferentes frações das uvas, Lago-Vanzela et al. (2011b) obtiveram em películas e polpas da uva 'Bordô' AOX (método DPPH) de 37,6 e 1,86 mM TEAC Kg⁻¹, respectivamente, valores superiores aos encontrados no presente estudo quando comparados pelo mesmo método, o que pode estar relacionado à forma de extrações das uvas dos autores citados.

A alta AOX das uvas IAC 138-22 'Máximo' e, principalmente, da 'BRS Violeta' em relação às uvas tradicionalmente utilizadas no Brasil para elaboração de sucos ('Isabel', 'Bordô' e 'Concord') tem sido relatada na literatura. A AOX das uvas 'Isabel', 'Bordô', IAC 138-22 'Máximo' e 'BRS Violeta' foi analisada por Silva et al. (2017a), que obtiveram valores de 2,12, 5,49, 6,54 e 7,51 mg g⁻¹, respectivamente. Por outro lado, o baixo potencial antioxidante da 'Isabel Precoce' observado nesse estudo também é descrito em outros trabalhos nas uvas e nas bebidas elaboradas com ela (LIMA et al., 2014; NIXFORD; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, 2010; SILVA et al., 2016).

3.3.4 Análises de correlação de Pearson

Para investigar a contribuição dos compostos fenólicos individuais e totais para a atividade antioxidante nas películas e polpas das uvas, foram realizadas análises de correlação de Pearson (Tabela 3).

No geral, foram obtidas correlações significativas entre a maioria dos compostos fenólicos e a atividade antioxidante determinada pelos métodos DPPH e ABTS, o que também foi observado por Burin et al. (2014) em uvas *V. vinifera* e *V. labrusca*.

Para fins de discussão, foram considerados os coeficientes de correlação (r) positivos, com significância de 1% de probabilidade de erro. Dessa forma, ao aplicar o método DPPH, correlações significativas foram encontradas para a cianidina 3,5-dglc ($r = 0,76$ e $0,95$), cianidina 3-glc ($r = 0,87$ e $0,94$), delphinidina 3-glc ($r = 0,80$ e $0,97$) e pelargonidina 3-glc ($r = 0,94$ e $0,90$) em película e polpa, respectivamente, além da

malvidina 3,5-diglc ($r = 0,79$), isorhamnetina ($r = 0,85$) e *trans*-resveratrol ($r = 0,73$) nas películas, e isoquercetina ($r = 0,95$) e caempferol ($r = 0,94$) nas polpas.

Tabela 3 – Análise de correlação de Pearson entre os compostos fenólicos das cascas e polpas de uva para suco e suas atividades antioxidantes mensuradas pelos métodos do DPPH e ABTS.

Compostos	Parte uva	DPPH		ABTS	
		Pearson r	p -valor	Pearson r	p -valor
Antocianinas					
Malvidina 3,5-diglc	Plc	0,792 ^a	0,006	0,672 ^b	0,033
	Pp	0,527	0,115	0,282	0,439
Malvidina 3-glc	Plc	0,120	0,741	-0,050	0,890
	Pp	-0,139	0,708	-0,377	0,273
Cianidina 3,5-diglc	Plc	0,765 ^a	0,009	0,912 ^a	< 0,001
	Pp	0,955 ^a	< 0,001	0,930 ^a	< 0,001
Cianidina 3-glc	Plc	0,869 ^a	0,001	0,951 ^a	< 0,001
	Pp	0,942 ^a	< 0,001	0,891 ^a	< 0,001
Delphinidina 3-glc	Plc	0,804 ^a	0,005	0,933 ^a	< 0,001
	Pp	0,969 ^a	< 0,001	0,940 ^a	< 0,001
Peonidina 3-glc	Plc	-0,403	0,248	-0,318	0,371
	Pp	0,505	0,139	0,640 ^b	0,046
Pelargonidina 3-glc	Plc	0,935 ^a	< 0,001	0,922 ^a	< 0,001
	Pp	0,895 ^a	< 0,001	0,760	0,012
Petunidina 3-glc	Plc	0,592	0,072	0,374	0,287
	Pp	0,057	0,876	-0,130	0,720
Flavonóis					
Quercetina	Plc	0,346	0,328	0,086	0,813
	Pp	0,000	1,000	0,000	1,000
Isoquercetina	Plc	0,302	0,396	0,181	0,616
	Pp	0,951 ^a	< 0,001	0,951 ^a	< 0,001
Rutina	Plc	0,292	0,412	0,066	0,855
	Pp	0,000	1,000	0,000	1,000
Caempferol	Plc	-0,278	0,436	-0,317	0,372
	Pp	0,945 ^a	< 0,001	0,940 ^a	< 0,001
Miricetina	Plc	0,645 ^b	0,044	0,764 ^b	0,011
	Pp	0,189	0,599	0,100	0,783
Isorhamnetina	Plc	0,854 ^a	0,002	0,952 ^a	< 0,001
	Pp	0,705 ^b	0,023	0,780 ^a	0,007
Ácidos fenólicos					
Ácido gálico	Plc	0,577	0,094	0,622	0,055
	Pp	-0,473	0,162	-0,253	0,479
Ácido cafeico	Plc	-0,077	0,835	0,034	0,926
	Pp	0,743 ^b	0,015	0,851 ^a	0,002
Ácido cinamico	Plc	0,758 ^b	0,011	0,905 ^a	< 0,001
	Pp	0,000	1,000	0,000	1,000
Ácido clorogênico	Plc	0,705 ^b	0,023	0,812 ^a	0,004
	Pp	-0,271	0,455	-0,576	0,077
Ácido <i>p</i> -Cumárico	Plc	0,686	0,057	0,773 ^a	0,009
	Pp	0,195	0,585	0,104	0,768
Estilbeno					
<i>trans</i> -resveratrol	Plc	0,734 ^a	0,009	0,805 ^a	0,005
	Pp	0,722 ^b	0,016	0,601	0,064
Flavanóis					
(-)-Epic. galato	Plc	0,596	0,068	0,749 ^b	0,012
	Pp	0,649 ^b	0,043	0,744 ^b	0,014
(-)-Epig. galato	Plc	0,162	0,655	0,113	0,755
	Pp	-0,498	0,143	-0,299	0,400
Antocianinas monoméricas totais	Plc	0,896 ^a	< 0,001	0,974 ^a	< 0,001
	Pp	-	-	-	-
Compostos fenólicos totais	Plc	0,947 ^a	< 0,001	0,979 ^a	< 0,001
	Pp	0,911 ^a	< 0,001	0,957 ^a	< 0,001
DPPH	Plc	-	-	0,955 ^a	< 0,001
	Pp	-	-	0,893 ^a	< 0,001

^a Correlação significativa a 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

^b Correlação significativa a 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

Quando aplicado o método ABTS, os compostos fenólicos que mais contribuíram com a atividade antioxidante das uvas foram a cianidina 3,5-dglc ($r = 0,91$ e $0,93$), cianidina 3-glc ($r = 0,95$ e $0,89$), delphinidina 3-glc ($r = 0,93$ e $0,94$) e isorhamnetina ($r = 0,95$ e $0,78$) em película e polpa, respectivamente, além de pelargonidina ($r = 0,92$), ácido cinâmico ($r = 0,91$), ácido clorogênico ($r = 0,81$), ácido *p*-cumárico ($r = 0,77$) e *trans*-resveratrol ($r = 0,80$) nas películas, e isoquercetina ($r = 0,95$), caempferol ($r = 0,94$) e ácido cafeico ($r = 0,85$) nas polpas. De modo semelhante, Rockenbach et al. (2011) também observaram correlações positivas significativas entre os compostos fenólicos e a atividade antioxidante pelos métodos DPPH e FRAP em extratos de películas de uvas *V. vinifera* e *V. labrusca*.

Correlações significativas também foram obtidas entre a atividade antioxidante pelos métodos do DPPH e ABTS e as antocianinas monoméricas totais ($r = 0,90$ e $0,96$, respectivamente), bem como os compostos fenólicos totais nas películas ($r = 0,95$ e $0,98$, respectivamente) e polpas das uvas ($r = 0,91$ e $0,96$, respectivamente). Esse resultado corrobora estudos previamente publicados por Silva et al. (2017a), que também mostraram correlação positiva significativa entre as antocianinas totais e os compostos fenólicos totais e atividade antioxidante pelo método DPPH em uvas tintas, dentre elas 'Isabel', 'BRS Violeta' e IAC 138-22 'Máximo'.

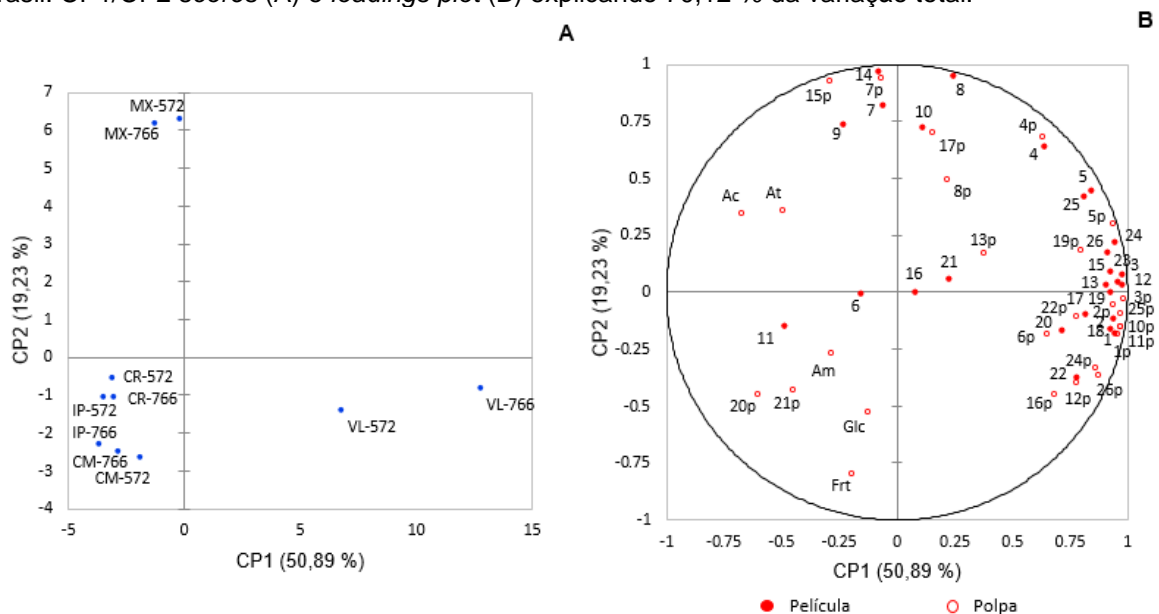
3.3.5 Análise de componentes principais

Análise de componentes principais (ACP) foi realizada para explorar a variabilidade entre as combinações variedades copa/porta-enxertos em função dos compostos detectados nos extratos de película e polpa das uvas, isto é, os ácidos orgânicos, açúcares, compostos fenólicos individuais e totais, e a atividade antioxidante. A ACP resultou nove componentes principais. Os componentes 1 e 2 (CP1 e CP2, respectivamente) explicaram 70,12 % da variabilidade total do experimento (Figura 4).

As uvas VL-766 e VL-572 foram separadas das demais pela CP1 (Figura 4A), que explicou 50,89 % da variabilidade do experimento. A análise da CP1 *loadings* (Figura 4B) sugere um grande número de variáveis com alta contribuição nessa separação, sendo elas a cianidina 3,5-dglc, delphinidina 3-glc, cianidina 3-glc, pelargonidina 3-glc, isorhamnetina, *trans*-resveratrol, (-)-epicatequina galato, compostos fenólicos totais e atividade antioxidante por DPPH e ABTS, todos

referentes às películas e polpa; e ainda a miricetina, ácido clorogênico, ácido p -cumárico, ácido cinâmico, ácido gálico e antocianinas monoméricas totais, referentes às películas; e isoquercetina e caempferol, referentes às polpas. CP1 scores e loadings sugerem que a concentração desses compostos nas uvas 'BRS Violeta' foi maior do que nas uvas 'Isabel Precoce', 'BRS Carmem', 'BRS Cora' e IAC 138-22 'Máximo'. Pelo eixo da CP1 é possível também observar a variabilidade entre as uvas VL-766 e VL-572, evidenciando a maior afinidade dessa variedade copa com o porta-enxerto 'IAC 766'.

Figura 4 – Análise de componentes principais dos compostos (ácidos orgânicos, açúcares, compostos fenólicos e atividade antioxidante) analisados em películas e polpas de uva de variedades *Vitis labrusca* e híbridas cultivadas sobre diferentes porta-enxertos sob condições tropicais na região Sudeste do Brasil. CP1/CP2 scores (A) e loadings plot (B) explicando 70,12 % da variação total.



Nomenclaturas: IP, Isabel Precoce; CM, BRS Carmem; CR, BRS Cora; VL, BRS Violeta; MX, IAC 138-22 Máximo; 766, porta-enxerto 'IAC 766'; 572, porta-enxerto 'IAC 572'. 1, cianidina 3,5-diglc; 2, delphinidina 3-glc; 3, cianidina 3-glc; 4, malvidina 3,5-diglc; 5, pelargonidina 3-glc; 6, peonidina 3-glc; 7, malvidina 3-glc; 8, petunidina 3-glc; 9, rutina; 10, isoquercetina; 11, caempferol; 12, isorhamnetina; 13, miricetina; 14, quercetina; 15, ácido clorogênico; 16, ácido cafeico; 17, ácido p -cumárico; 18, ácido cinâmico; 19, *trans*-resveratrol; 20, ácido gálico; 21, (-)-epigallocatequina galato; 22, (-)-epicatequina galato; 23, antocianinas monoméricas totais; 24, compostos fenólicos totais; 25, atividade antioxidante (DPPH); 26, atividade antioxidante (ABTS); Ac, ácido cítrico; Glc, glicose; e Frt, frutose. A letra "p" após cada número indica análise realizada na polpa.

Por outro lado, as uvas MX-766 e MX-572 foram separadas das demais pela CP2 (Figura 4A), responsável por explicar 19,23 % da variabilidade total. Através da CP2 loadings é possível observar que as variáveis com maior contribuição nessa separação foram a malvidina 3-glc, petunidina 3-glc, isoquercetina, quercetina e rutina, nas películas; e malvidina 3-glc e ácido clorogênico, nas polpas. PC2 scores e loadings sugerem uma maior concentração desses compostos nas uvas IAC 138-22 'Máximo'. No entanto, pelo lado negativo do eixo da CP2, verifica-se uma alta

contribuição na separação dessas uvas pela frutose, indicando que o teor desse açúcar nas uvas 'Isabel Precoce', 'BRS Cora' e 'BRS Carmem' foi maior do que na uva IAC 138-22 'Máximo'.

A análise de componentes principais foi eficiente ao mostrar o alto conteúdo de compostos fenólicos e maior atividade antioxidante das uvas 'BRS Violeta', confirmando os resultados mostrados anteriormente na Tabela 2 e Figura 3, respectivamente, e corroborando também outros estudos na literatura (BARCIA et al., 2014; REBELLO et al., 2013). A ACP ainda indicou alto potencial fenólico da uva IAC 138-22 'Máximo', comparada às uvas 'Isabel Precoce', 'BRS Cora' e 'BRS Carmem', e evidenciou a baixa influência dos porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' nessas variedades.

3.4 Conclusões

A distribuição dos ácidos orgânicos foi semelhante entre uvas analisadas. Por outro lado, maior e menor concentração de açúcares foram encontrados nas uvas 'BRS Carmem' e IAC 138-22 'Máximo', respectivamente. O conteúdo de compostos fenólicos nas películas foi profundamente maior do que nas polpas. No geral, em ambas as partes, as uvas 'BRS Violeta' destacaram-se por apresentar as maiores concentrações de todas as classes fenólicas estudadas. Alto conteúdo bioativo também foi encontrado nas uvas IAC 138-22 Máximo, superando as uvas BRS Cora, BRS Carmem, e Isabel Precoce. Correlacionado ao conteúdo fenólico, as atividades antioxidantes também decresceram nessa sequência BRS Violeta > IAC 138-22 Máximo > BRS Cora > BRS Carmem > Isabel Precoce. Para a maioria das variedades houve influência dos porta-enxertos em um número mínimo de compostos avaliados. No entanto, a uva 'BRS Violeta' combinada com o 'IAC 766' apresentou maior conteúdo bioativo do que quando combinada com o 'IAC 572'.

Referências

- BARCIA, M. T. et al. Phenolic composition of grape and winemaking by-products of Brazilian hybrid cultivars BRS Violeta and BRS Lorena. **Food Chemistry**, v. 159, p. 95–105, 2014.
- BASCUNÁN-GODOY, L. et al. Rootstock effect on irrigated grapevine yield under arid climate conditions are explained by changes in traits related to light absorption of the scion. **Scientia Horticulturae**, v. 218, p. 284–292, 2017.

- BURIN, V. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant activity of *Vitis vinifera* and *Vitis labrusca* grapes: Evaluation of different extraction methods. **Microchemical Journal**, v. 114, p. 155–163, 2014.
- CAMARGO, U. A. 'Isabel Precoce': alternativa para a vitivinicultura brasileira. Comunicado Técnico [da] Embrapa Uva e Vinho, v. 1, n. 54, p. 1–6, 2004.
- CHENG, J. et al. Effect of rootstock on phenolic compounds and antioxidant properties in berries of grape (*Vitis vinifera* L.) cv. 'Red Alexandria'. **Scientia Horticulturae**, v. 217, p. 137–144, 2017.
- COELHO, E. M. et al. Simultaneous analysis of sugars and organic acids in wine and grape juices by HPLC: Method validation and characterization of products from northeast Brazil. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 66, p. 160–167, 2018.
- CONDE, C. et al. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. **Food**, v. 1, n. 1, p. 1–22, 2007.
- CORSO, M. et al. Grapevine rootstocks differentially affect the rate of ripening and modulate auxin-related genes in Cabernet Sauvignon berries. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1–14, 2016.
- DIAS, F. A. N. et al. Videira 'Syrah' sobre diferentes porta - enxertos em ciclo de inverno no sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 47, n. 2, p. 208–215, 2012.
- FRAIGE, K.; PEREIRA-FILHO, E. R.; CARRILHO, E. Fingerprinting of anthocyanins from grapes produced in Brazil using HPLC-DAD-MS and exploratory analysis by principal component analysis. **Food Chemistry**, v. 145, p. 395–403, 2014.
- GARRIDO, J.; BORGES, F. Wine and grape polyphenols - A chemical perspective. **Food Research International**, v. 54, n. 2, p. 1844–1858, 2013.
- GONZÁLEZ-CENTENO, M. R. et al. Characterization of polyphenols and antioxidant potential of white grape pomace byproducts (*Vitis vinifera* L.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, n. 47, p. 11579–11587, 2013.
- GRANATO, D. et al. Effects of geographical origin, varietal and farming system on the chemical composition and functional properties of purple grape juices: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 52, p. 31–48, 2016.
- JOGAIAH, S. et al. Regulation of fruit and wine quality parameters of 'Cabernet Sauvignon' grapevines (*Vitis vinifera* L.) by rootstocks in semiarid regions of India. **Vitis - Journal of Grapevine Research**, v. 54, p. 65–72, 2015.
- KIM, Y. K.; GUO, Q.; PACKER, L. Free radical scavenging activity of red ginseng aqueous extracts. **Toxicology**, v. 172, p. 149–156, 2002.
- LAGO-VANZELA, E. S. et al. Phenolic composition of the edible parts (flesh and skin) of Bordô grape (*Vitis labrusca*) using HPLC-DAD-ESI-MS/MS. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 24, p. 13136–13146, 2011a.
- LAGO-VANZELA, E. S. et al. Phenolic Composition of the Brazilian Seedless Table Grape Varieties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, p. 8314–8323, 2011b.
- LEE, J.; DURST, R. W.; WROLSTAD, R. E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 88, n. 5, p. 1269–1278, 2005.
- LI, X. L. et al. Modifications of Kyoho grape berry quality under long-term NaCl treatment. **Food Chemistry**, v. 139, n. 1–4, p. 931–937, 2013.

- LIMA, M. S. et al. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. **Food Chemistry**, v. 161, p. 94–103, 2014.
- LIMA, M. S. et al. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced in industrial scale by different processes of maceration. **Food Chemistry**, v. 188, p. 384–392, 2015.
- NATIVIDADE, M. M. P. et al. Simultaneous analysis of 25 phenolic compounds in grape juice for HPLC: Method validation and characterization of São Francisco Valley samples. **Microchemical Journal**, v. 110, p. 665–674, 2013.
- NIXFORD, S. L.; HERMOSÍN-GUTIÉRREZ, I. Brazilian red wines made from the hybrid grape cultivar Isabel: Phenolic composition and antioxidant capacity. **Analytica Chimica Acta**, v. 659, p. 208–215, 2010.
- RE, R. et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 9–10, p. 1231–1237, 1999.
- REBELLO, L. P. G. et al. Phenolic composition of the berry parts of hybrid grape cultivar BRS Violeta (BRS Rubra x IAC 1398-21) using HPLC-DAD-ESI-MS/MS. **Food Research International**, v. 54, n. 1, p. 354–366, 2013.
- ROCKENBACH, I. I. et al. Phenolic compounds and antioxidant activity of seed and skin extracts of red grape (*Vitis vinifera* and *Vitis labrusca*) pomace from Brazilian winemaking. **Food Research International**, v. 44, p. 897–901, 2011.
- SILVA, F. L. N. et al. Quantitation of organic acids in wine and grapes by direct infusion electrospray ionization mass spectrometry. **Analytical Methods**, v. 7, p. 53–62, 2015.
- SILVA, J. K. et al. Bioactive compounds of juices from two Brazilian grape cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, n. 96, p. 1190–1196, 2016.
- SILVA, M. J. R. et al. Phenolic compounds and antioxidant activity of red and white grapes on different rootstocks. **African Journal of Biotechnology**, v. 16, n. 13, p. 664–671, 2017a.
- SILVA, M. J. R. et al. Rootstocks effects on the physicochemical characteristics of Bordô, Isabel and IAC 138-22 Máximo must and wine. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. 4, p. 1–10, 2017b.
- SINGLETON, V. L.; ROSSI JR, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144–158, 1965.
- SURIANO, S. et al. Genotype/rootstocks effect on the expression of anthocyanins and flavans in grapes and wines of Greco Nero n. (*Vitis vinifera* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 209, p. 309–315, 2016.
- TANG, X. et al. The cardioprotective effects of citric acid and L-malic acid on myocardial ischemia/reperfusion injury. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2013, p. 1–11, 2013.
- TOALDO, I. M. et al. Bioactive potential of *Vitis labrusca* L. grape juices from the Southern Region of Brazil: phenolic and elemental composition and effect on lipid peroxidation in healthy subjects. **Food chemistry**, v. 173, p. 527–535, 15 abr. 2015.
- XI, X. et al. Impact of cluster thinning on transcriptional regulation of anthocyanin biosynthesis-related genes in 'Summer Black' grapes. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 104, p. 180–187, 2016.
- XU, C. et al. Phenolic compounds and antioxidant properties of different grape cultivars grown in China. **Food Chemistry**, v. 119, n. 4, p. 1557–1565, 2010.

Capítulo 4 – Compostos bioativos, ácidos orgânicos e atividade antioxidante de sucos de uva de novas variedades cultivadas sobre porta-enxertos brasileiros

Resumo

Nesse estudo foi avaliado o conteúdo bioativo, ácidos orgânicos e a atividade antioxidante em sucos de uva das variedades Isabel Precoce, BRS Carmem, BRS Cora e IAC 138-22 Máximo cultivadas sobre os porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' em condições tropicais no Brasil. Os sucos BRS Cora apresentaram maior conteúdo de açúcares e altos níveis de acidez. Os índices de cor dos sucos Isabel Precoce foram inferiores aos demais devido ao seu baixo conteúdo antocianico. Por sua vez, os sucos IAC 138-22 Máximo apresentaram maior conteúdo de antocianinas individuais e totais, flavonóis, *trans*-resveratrol e compostos fenólicos totais, e assim, maior atividade antioxidante. Maior acúmulo de açúcares nos sucos foi obtido quando utilizado o porta-enxerto 'IAC 766', o qual também favoreceu o acúmulo de antocianinas e *trans*-resveratrol nos sucos IAC 138-22 Máximo, e de ácidos fenólicos nos sucos Isabel Precoce. No entanto, maior conteúdo de antocianinas monoméricas foi encontrado nos sucos BRS Carmem e BRS Cora quando utilizado o porta-enxerto 'IAC 572'.

Palavras-chave: *Vitis labrusca* L., uvas híbridas, compostos fenólicos, resveratrol

Bioactive compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juice from new varieties grown onto Brazilian rootstocks

Abstract

In this study was assessed the bioactive content, organic acids and antioxidant activity in grape juices of the Isabel Precoce, BRS Carmem, BRS Cora and IAC 138-22 Máximo varieties grown onto the 'IAC 766' and 'IAC 572' rootstocks under tropical conditions in Brazil. BRS Cora grape juices presented higher sugar content and higher acidity levels. The color attributes of the Isabel Precoce juices were inferior to the others due to their low anthocyanin content. In contrast, IAC 138-22 Máximo juice had higher content of individual and total anthocyanins, flavonols, *trans*-resveratrol and total phenolic compounds, and thus, higher antioxidant activity. Higher accumulation of sugars in the juices was obtained when using the 'IAC 766' rootstock, which also favored the accumulation of anthocyanins and *trans*-resveratrol in the IAC 138-22 Maximo juice, and phenolic acids in the Isabel Precoce juices. However, higher monomeric anthocyanin content was found in the BRS Carmem and BRS Cora juices when using the 'IAC 572' rootstock.

Key words: *Vitis labrusca* L., hybrid grapes, phenolic compounds, resveratrol

4.1 Introdução

O consumo de suco de uva integral no Brasil aumentou 570 % em apenas 10 anos, passando de 15,8 milhões de litros em 2005, para 90,3 milhões de litros em 2014 (IBRAVIN, 2015). O interesse crescente, além da boa aceitação pelos consumidores, está relacionado às atividades biológicas dos compostos fenólicos presentes nos sucos de uva e aos benefícios à saúde humana, tais como propriedades antioxidantes, cardioprotetoras, anticancerígenas, anti-inflamatórias e antimicrobianas (GRANATO et al., 2016). Esses compostos fenólicos incluem principalmente antocianinas, flavanóis, flavonóis, estilbenos e ácidos fenólicos (LIMA et al., 2014).

A composição bioativa do suco depende principalmente da uva utilizada em sua elaboração, além das condições de processamento. Cada variedade apresenta uma composição fenólica individual, no entanto, a concentração desses compostos pode variar em função de uma série de fatores como a espécie, as práticas culturais adotadas no vinhedo, as condições climáticas da região e até mesmo o estágio de maturação da uva na colheita (BARCIA et al., 2014; BURIN et al., 2014; LIMA et al., 2014).

O cultivo de uvas para a elaboração de sucos no Brasil concentra-se basicamente na região Sul, sob condições de clima subtropical (*Cfa*) ou temperado (*Cfb*), mas atualmente tem se expandido para as regiões de clima tropical, como exemplo da região Noroeste do estado de São Paulo (*Aw*), Brasil (20° 20' S, 49° 58' O). Isso tem sido possível graças ao desenvolvimento nos últimos anos de variedades de uvas híbridas adaptadas às regiões mais quentes do Brasil (CAMARGO; MAIA; RITSCHER, 2008). Dentre essas variedades estão a Isabel Precoce, uma mutação somática da 'Isabel' (CAMARGO, 2004), a 'BRS Cora' e a 'BRS Carmem', desenvolvidas pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), e a IAC 138-22 'Máximo', desenvolvida pelo Instituto Agrônomo (IAC).

O Brasil também investiu no desenvolvimento de porta-enxertos adaptados às regiões tropicais brasileiras, aliando vigor e resistência às temperaturas elevadas e às principais pragas e doenças da videira. Dentre esses porta-enxertos, também desenvolvidos pelo programa de melhoramento genético do IAC, estão o 'IAC 766' Campinas e o 'IAC 572' Jales, considerados de médio e alto vigor, respectivamente (MAIA; CAMARGO, 2012).

Estudos mostram que a interação do porta-enxerto com a copa das videiras pode influenciar a qualidade da uva, resultando em diferentes perfis de compostos fenólicos bioativos nas uvas e, conseqüentemente, nos seus sucos e vinhos (BORGES et al., 2013; NASSUR et al., 2014; SILVA et al., 2017a). No entanto, as informações disponíveis na literatura sobre os efeitos dos porta-enxertos brasileiros na composição química de sucos de uva das novas variedades híbridas não foram encontradas.

Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o perfil de compostos fenólicos bioativos, ácidos orgânicos e atividade antioxidante em sucos de uva produzidos a partir de diferentes combinações entre variedades copa e porta-enxertos.

4.2 Material e Métodos

4.2.1 Padrões e reagentes químicos

Álcool etílico, ácido sulfúrico, persulfato de potássio e Folin-Ciocalteu foram obtidos da Merck (Darmstadt, Alemanha). Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromato-2-ácido carboxílico), 2,2-difenil-1-picrilhidrazila (DPPH), 2,2-azino-bis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS), glicose e frutose foram obtidos da Sigma-Aldrich (St. Louis, MO, EUA). Metanol e acetonitrila foram obtidos da J.T. Backer (México). Água purificada em sistema Milli-Q® (Millipore, Bedford, MA, EUA). Malvidina 3,5-diglicosídeo, malvidina 3-glicosídeo, cianidina 3,5-diglicosídeo, cianidina 3-glicosídeo, peonidina 3-glicosídeo, delphinidina 3-glicosídeo, pelargonidina 3-glicosídeo, petunidina 3-glicosídeo, caempferol 3-glicosídeo, miricetina, isorhamnetina 3-glicosídeo, quercetina (di-hidratada), rutina, isoquercetina (quercetin-3-O-glucopyranoside), ácido gálico, ácido cinâmico, ácido *p*-cumárico, ácido clorogênico, ácido cafeico, *trans*-resveratrol, (-)-epicatequina galato e (-)-epigallocatequina galato obtidos da Extrasynthese (Genay, França). Os ácidos málico, cítrico, láctico, acético e tartárico foram obtidos da Vetec Chemistry Ltda (Rio de Janeiro, Brasil).

4.2.2 Local de execução do experimento e material vegetal

As uvas utilizadas para a elaboração dos sucos foram obtidas de um vinhedo experimental localizado no Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Seringueira e Sistemas Agroflorestais, do Instituto Agrônômico (IAC),

em Votuporanga (20° 20' S, 49° 58' O e 525 m de altitude), região Noroeste do Estado de São Paulo, Brasil.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima local é classificado como tropical úmido (*Aw*). Os dados climáticos da região durante o ciclo produtivo das videiras foram obtidos por uma estação meteorológica automática (Campbell Scientific®, EUA) instalada no local experimental. Durante o ciclo produtivo a temperatura média foi de 24,1 °C, com temperaturas máxima e mínima média de 33,3 °C e 18,2 °C, respectivamente, e precipitação pluvial acumulada de 782,5 mm. O solo da área foi classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, de acordo com os critérios publicados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2006).

As variedades de uvas Isabel Precoce (*Vitis labrusca*), e os híbridos (*V. labrusca* x *V. vinifera*) BRS Carmem (Muscat Belly A x H 65.9.14), BRS Cora (Muscat Belly A x H. 65.9.14) e IAC 138-22 Máximo (Seibel 11342 x Syrah) foram cultivadas sobre dois porta-enxertos: IAC 766 'Campinas' (106-8 Mgt x *Vitis caribaea*) e IAC 572 'Jales' (*V. caribaea* x 101-14 Mgt).

As videiras tinham 3 anos de idade e foram conduzidas no sistema de espaldeira, utilizando o espaçamento de 2,00 x 1,10 m, entre linhas e plantas, respectivamente. A poda de produção foi realizada em agosto de 2015, mantendo uma gema por esporão, seguida da aplicação de cianamida hidrogenada a 5% para induzir e uniformizar a brotação das plantas. A colheita foi realizada entre os meses de dezembro de 2015 e janeiro de 2016, quando as uvas atingiram seu estágio de maturação tecnológica. Análises químicas básicas das uvas foram realizadas no momento da colheita, obtendo-se valores variando de 3,18 a 3,29 (pH), 14,30 a 15,52 °Brix (sólidos solúveis), e de 0,66 a 1,14 % de ácido tartárico (acidez titulável).

4.2.3 Elaboração dos sucos

Os sucos foram obtidos por prensagem a quente (Hot Press) da uva. Dez quilogramas de uvas foram desengaçadas e esmagadas manualmente. As uvas foram maceradas a quente, sem adição de enzima pectinase, em banho-maria a 60 ± 2 °C por 1h, sob agitação. Após maceração realizou-se a separação do suco por drenagem e leve prensagem do bagaço. Os sucos foram envasados em garrafas de vidro âmbar com capacidade de 215 mL e pasteurizados a 80 °C por 3 min. Em seguida, as

garrafas foram fechadas, resfriadas, rotuladas e armazenadas sob refrigeração (6 ± 2 °C) até o momento das análises.

Oito sucos foram elaborados, sendo originados das variedades Isabel Precoce (IP), BRS Carmem (CM), BRS Cora (CR) e IAC 138-22 Máximo (MX), cultivadas sobre os porta-enxertos IAC 766 'Campinas' (766) e IAC 572 'Jales' (572), codificados como: IP-766, IP-572, CM-766, CM-572, CR-766, CR-572, MX-766 e MX-572. Cada suco foi elaborado em três repetições.

4.2.4 Análises clássicas da qualidade dos sucos

As análises básicas dos sucos de uva foram realizadas pela determinação do pH, utilizando um potenciômetro digital de bancada (Tecnal[®], Piracicaba, SP, Brasil); teor de sólidos solúveis, determinados em refratômetro digital (Reichert[®], modelo r²i300, Buffalo, NY, EUA) e expresso como °Brix a 20 °C; acidez titulável, expressa em g de ácido tartárico por 100 mL⁻¹ de suco, e *ratio* (relação entre sólidos solúveis e acidez titulável), segundo metodologia descrita pela Organisation Internationale de la Vigne et du Vin (OIV, 2011).

As análises de cor dos sucos foram realizadas através das coordenadas CIELab, utilizando um colorímetro digital Konica Minolta[®] modelo CR-400 (Konica Minolta Sensing, Inc., Osaka, Japan) com os resultados expressos pelos parâmetros de cor *L** (luminosidade), *C** (chroma) e *H* (hue). Determinou-se ainda a intensidade de cor (IC) e a tonalidade (T) dos sucos por espectrofotometria UV-Visível (Instrutherm[®], Brasil), seguindo a metodologia descrita por Glories (1984).

4.2.5 Determinação de ácidos orgânicos e açúcares por HPLC

Os ácidos tartárico, málico, cítrico, láctico e acético, e os açúcares glicose e frutose foram quantificados por meio de cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). Os ácidos orgânicos e os açúcares individuais foram determinados utilizando um sistema HPLC Agilent 1260 Infinity (Santa Clara, CA, EUA) equipado com Detector de Arranjos de Diodos (DAD, G1315D) e Detector de Índice de Refração (RID, G1362A), conforme metodologia descrita por Coelho et al. (2018). A separação dos compostos se deu em coluna de troca iônica Hi-Plex H (300 x 7.7 mm, partículas internas de 8,0 µm) protegida com uma coluna de guarda PL Hi-Plex H 5 x 3 mm

(Agilent Technologies (Santa Clara, CA, EUA)). A fase utilizada foi H_2SO_4 0.004 mol L^{-1} em água ultrapura.

4.2.6 Compostos fenólicos totais e antocianinas monoméricas totais

O teor de compostos fenólicos totais dos sucos de uva foi determinado pelo método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu (SINGLETON; ROSSI JR, 1965) e expresso em miligrama de ácido gálico equivalente (GAE) por litro de suco (mg L^{-1}).

O conteúdo de antocianinas monoméricas totais foi determinado usando o método do pH-diferencial (LEE; DURST; WROLSTAD, 2005) e expresso em miligrama de cianidina 3-glicosídeo equivalente por litro de suco de uva (mg L^{-1}).

Ambas as análises foram realizadas utilizando um espectrofotômetro Instrutherm® UV-Vis UV 2000A.

4.2.7 Compostos fenólicos individuais

A determinação dos compostos fenólicos dos sucos de uva foi realizada em um cromatógrafo líquido Waters, modelo Alliance e2695, equipado com um Detector de Arranjo de Diodos (Waters, Milford, MA, EUA) como descrito por Natividade, Corrêa, Souza, Pereira & Lima (2013). A coluna utilizada foi Gemini NX C-18 ($150 \text{ mm} \times 4,6 \text{ mm} \times 3 \mu\text{m}$) (Phenomenex, EUA).

4.2.8 Atividade antioxidante *in vitro*

A atividade antioxidante *in vitro* dos sucos foi determinada utilizando os métodos de captura de radicais livres ABTS e DPPH, de acordo com as metodologias de Re et al. (1999) e Kim, Guo & Packer (2002), respectivamente.

Para realização dos métodos, as amostras de sucos foram diluídas com água ultrapura até a obtenção da inibição dos radicais DPPH e ABTS entre 20 e 80%. Soluções de radicais DPPH e ABTS a 1 mmol foram preparadas em etanol e diluídas até uma absorbância de $0,900 \pm 0,050$ ($\lambda = 734 \text{ nm}$) e $0,700 \pm 0,050$ ($\lambda = 517 \text{ nm}$), respectivamente. As absorbâncias foram determinadas antes e após a adição dos sucos de uva utilizando um espectrofotômetro UV-Vis 2000A (Instrutherm, Brasil). No método DPPH, a absorbância foi medida nos tempos $t = 0$ e $t = 30 \text{ min}$ após a adição da amostra. No método ABTS, a absorbância foi determinada nos tempos $t = 0$ e $t =$

6 min após a adição da amostra. O padrão analítico Trolox foi usado para construção das curvas de calibração. Os resultados foram expressos em mM equivalente de Trolox L⁻¹ de suco de uva (mM TEAC L⁻¹).

4.2.9 Delineamento experimental e análises estatísticas

Foi utilizado delineamento experimental inteiramente casualizado com oito tratamentos, representados pelos sucos de uva, com três repetições cada. Os dados foram submetidos à análise de variância (*one-way* ANOVA) e comparados pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade de erro, com auxílio do programa estatístico SISVAR versão 5.4 (Lavras, MG, Brasil). A análise de componentes principais (ACP) foi realizada com o software XLSTAT versão 19.4 (Addinsoft, NY, EUA) aplicada sobre todos os dados analisados nos sucos de uva. Também foram realizadas análises de correlação de Pearson entre os compostos fenólicos e a atividade antioxidante *in vitro*.

4.3 Resultados e discussão

4.3.1 Parâmetros de qualidade e análises de cor dos sucos

Os resultados das análises clássicas da qualidade dos sucos de uva são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros de qualidade e análises de cor em sucos de uva de variedades *Vitis labrusca* e híbridas cultivadas sobre os porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' sob condições tropicais na região Sudeste do Brasil.

Cultivar	Isabel Precoce		BRS Carmem		BRS Cora		IAC 138-22 Máximo	
	IAC 766	IAC 572	IAC 766	IAC 572	IAC 766	IAC 572	IAC 766	IAC 572
Porta-enxerto								
Análises clássicas								
pH	3,21 ± 0,02 ^d	3,23 ± 0,03 ^{cd}	3,44 ± 0,01 ^b	3,57 ± 0,01 ^a	3,13 ± 0,02 ^e	3,07 ± 0,01 ^f	3,21 ± 0,02 ^d	3,27 ± 0,01 ^c
Sólidos solúveis ¹	14,9 ± 0,17 ^{cde}	14,4 ± 0,17 ^{de}	15,1 ± 0,32 ^{bcd}	14,9 ± 0,15 ^{cde}	16,3 ± 0,06 ^a	15,4 ± 0,55 ^{bc}	15,7 ± 0,29 ^{ab}	14,2 ± 0,06 ^e
Acidez titulável ²	1,05 ± 0,09 ^c	0,83 ± 0,00 ^d	0,88 ± 0,05 ^d	0,68 ± 0,00 ^e	1,26 ± 0,03 ^b	1,45 ± 0,04 ^a	0,91 ± 0,03 ^d	0,85 ± 0,03 ^d
Ratio ³	14,3 ± 1,44 ^c	17,3 ± 0,17 ^b	17,1 ± 1,21 ^b	21,8 ± 0,15 ^a	13,0 ± 0,28 ^c	10,7 ± 0,69 ^d	17,2 ± 0,80 ^b	16,7 ± 0,43 ^b
Análises de cor								
Luminosidade	21,4 ± 0,07 ^a	21,4 ± 0,28 ^a	20,8 ± 0,09 ^{ab}	20,7 ± 0,05 ^b	20,9 ± 0,14 ^{ab}	20,9 ± 0,05 ^{ab}	20,8 ± 0,30 ^{ab}	21,0 ± 0,37 ^{ab}
Chroma	3,11 ± 0,18 ^a	3,10 ± 0,32 ^a	1,73 ± 0,05 ^b	1,57 ± 0,00 ^{bc}	1,61 ± 0,11 ^{bc}	1,51 ± 0,04 ^{bc}	1,09 ± 0,11 ^d	1,28 ± 0,00 ^{cd}
°Hue	12,0 ± 0,71 ^c	12,4 ± 0,89 ^c	3,09 ± 1,41 ^d	1,73 ± 0,49 ^d	13,9 ± 1,72 ^c	17,3 ± 1,39 ^c	33,2 ± 6,29 ^a	25,4 ± 1,31 ^b
Intensidade de cor	8,25 ± 0,37 ^d	7,02 ± 0,31 ^d	17,7 ± 0,85 ^c	16,1 ± 0,74 ^c	24,2 ± 1,02 ^b	23,5 ± 0,75 ^b	27,2 ± 0,48 ^a	23,6 ± 0,48 ^b
Tonalidade	0,50 ± 0,02 ^b	0,52 ± 0,03 ^b	0,65 ± 0,02 ^a	0,65 ± 0,03 ^a	0,45 ± 0,01 ^c	0,43 ± 0,01 ^c	0,43 ± 0,01 ^c	0,44 ± 0,01 ^c

Letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Nomenclatura das abreviações: ND – não detectado.

¹ Sólidos solúveis (SS) expresso em °Brix;

² Acidez titulável (AT) expressa em porcentagem de ácido tartárico;

³ Relação entre sólidos solúveis e acidez titulável.

O pH dos sucos variou de 3,07 a 3,57. No geral, a combinação das variedades copa com o porta-enxerto 'IAC 572' proporcionou sucos com pH mais elevado, exceto para os sucos da uva 'BRS Cora'. Por outro lado, o teor de sólidos solúveis dos sucos foi mais alto quando utilizado o porta-enxerto 'IAC 766', principalmente nos sucos das uvas 'BRS Cora' e IAC 138-22 'Máximo', dentre os quais foram obtidos teores de 16,3 e 15,7 °Brix nos sucos CR-766 e MX-766, respectivamente. Em todos os sucos, os teores de sólidos solúveis estiveram acima do limite mínimo de 14 °Brix, estabelecido pela legislação brasileira para suco integral de uva (BRASIL, 2000).

Apesar dos altos teores de sólidos solúveis, os sucos CR-572 e CR-766 mantiveram elevados níveis de acidez titulável, com 1,45 e 1,26 g 100 mL⁻¹, respectivamente, diferindo significativamente entre si. Esses resultados corroboram Lima et al. (2014), que encontraram elevado teor de acidez em sucos BRS Cora produzidos no Vale do São Francisco (Nordeste, Brasil) de 1,06 g 100 mL⁻¹, mesmo com o alto teor de sólidos solúveis (21,0 °Brix), destacando ser essa variedade naturalmente mais rica em ácidos.

A elevada acidez titulável do suco CR-572 proporcionou-lhe menor *ratio* (10,7). Baixos valores dessa característica também foram encontrados nos sucos CR-766 e IP-766, com médias de 13,0 e 14,3, respectivamente, valores abaixo do limite mínimo estabelecido pela legislação brasileira para sucos integrais de uva que é de 15,0 (BRASIL, 2000).

Em relação aos atributos de cor, em todos os sucos, o parâmetro luminosidade (L^*) esteve mais próximo do escuro, uma vez que o valor médio de L^* foi de 21 em uma escala de 0 a 100, do escuro ao claro, respectivamente (Tabela 1). Baixos valores de L^* indicam sucos com maior intensidade de cor. Maiores valores de chroma (C^*) foram encontrados nos sucos Isabel Precoce, com média de 3,11. Altos valores desse parâmetro indicam sucos com cores menos intensas e menor vividez, o que foi constatado pelo alto coeficiente de correlação negativa entre C^* e índice de cor (IC) ($r = -0,92$, $p < 0,01$). De fato, os sucos IP-766 e IP-572 apresentaram menores IC, com média de 8,25 e 7,02, respectivamente.

Maior IC foi obtida no suco MX-766 (27,2), diferindo significativamente dos demais, inclusive do suco MX-572 que obteve IC semelhante aos sucos CR-766 e CR-572, com valor médio de 23,8. Esses valores podem ser considerados altos, uma vez que em sucos comerciais brasileiros foram encontrados IC variando de 5,37 a 21,12 (BURIN et al., 2010). De acordo com esses autores a tonalidade (T) dos sucos

brasileiros varia de 0,57 a 1,04. No geral, esses valores são superiores aos encontrados nos sucos do presente trabalho, indicando que esses apresentaram maior proporção de cor vermelha (A520).

4.3.2 Ácidos orgânicos e açúcares

A concentração de ácidos orgânicos nos sucos de uva variou de 5,14 a 8,39 g L⁻¹, valores encontrados nos sucos MX-572 e CR-572, respectivamente (Tabela 2). Em todos os sucos avaliados, a maior parte dos ácidos orgânicos foi constituída pelos ácidos tartárico e málico, o que está de acordo com a literatura, que cita que esses ácidos podem representar mais de 80% dos ácidos orgânicos encontrados em uvas (CONDE et al., 2007; JACKSON, 2000).

Nos sucos Isabel Precoce o conteúdo de ácido tartárico foi superior ao de ácido málico, mas o contrário foi observado nos sucos BRS Cora. A proporção entre esses ácidos foi semelhante entre si nos sucos BRS Carmem e IAC 138-22 Máximo. Essa variação na concentração dos ácidos tartárico e málico ocorre em função das características genéticas da variedade e sua interação com as condições climáticas durante o amadurecimento da uva (LIU et al., 2006).

Tabela 2 – Ácidos orgânicos e açúcares em sucos de uva de variedades *Vitis labrusca* e híbridas cultivadas sobre os porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' sob condições tropicais na região Sudeste do Brasil.

Cultivar	Isabel Precoce		BRS Carmem		BRS Cora		IAC 138-22 Máximo	
	IAC 766	IAC 572	IAC 766	IAC 572	IAC 766	IAC 572	IAC 766	IAC 572
Ácidos orgânicos (g L⁻¹)								
Tartárico	4,01 ± 0,15 ^a	3,96 ± 0,20 ^a	3,31 ± 0,46 ^{ab}	2,78 ± 0,60 ^{bcd}	2,59 ± 0,37 ^{bcd}	2,95 ± 0,06 ^{bc}	2,32 ± 0,20 ^{cd}	2,13 ± 0,06 ^d
Málico	2,66 ± 0,02 ^{cd}	2,47 ± 0,03 ^{de}	3,00 ± 0,34 ^c	2,39 ± 0,33 ^{de}	4,09 ± 0,03 ^b	4,96 ± 0,01 ^a	2,44 ± 0,03 ^e	2,24 ± 0,02 ^{de}
Cítrico	0,30 ± 0,00 ^c	0,24 ± 0,00 ^d	0,19 ± 0,01 ^e	0,13 ± 0,03 ^f	0,44 ± 0,03 ^b	0,48 ± 0,04 ^a	0,26 ± 0,01 ^{cd}	0,22 ± 0,00 ^{de}
Acético	ND	ND	0,21 ± 0,00 ^c	0,66 ± 0,01 ^a	ND	ND	0,64 ± 0,03 ^a	0,54 ± 0,00 ^b
Lático	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Σ Ácidos orgânicos	6,96 ± 0,17	6,67 ± 0,17	6,70 ± 0,78	5,96 ± 0,24	7,12 ± 0,32	8,39 ± 0,03	5,67 ± 0,14	5,14 ± 0,08
Açúcares (g L⁻¹)								
Glicose	73,8 ± 0,11 ^a	71,0 ± 0,26 ^{bc}	69,2 ± 1,00 ^{cd}	71,2 ± 0,23 ^b	73,8 ± 0,31 ^a	69,0 ± 1,97 ^d	74,2 ± 0,21 ^a	65,1 ± 0,69 ^e
Frutose	70,2 ± 0,11 ^{bc}	68,0 ± 0,28 ^{de}	66,2 ± 1,01 ^e	69,1 ± 0,16 ^{cd}	76,9 ± 0,33 ^a	71,7 ± 1,42 ^b	66,6 ± 0,15 ^e	59,2 ± 0,37 ^f
Σ Açúcares	144 ± 0,00	139 ± 0,46	135 ± 2,01	140 ± 0,33	151 ± 0,64	141 ± 2,81	141 ± 0,35	124 ± 0,85

Letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Nomenclatura das abreviações: ND – não detectado.

Comparada aos ácidos tartárico e málico, a concentração de ácido cítrico nos sucos de uva foi baixa, variando de 0,13 a 0,48 g L⁻¹, resultados semelhantes aos obtidos por Coelho et al. (2018) e Lima et al. (2015) também em sucos de uva de

variedades híbridas. Embora em menor concentração, o ácido cítrico desempenha um papel importante na inibição do crescimento de leveduras em bebidas (SILVA et al., 2015). Além disso, estudos têm demonstrado sua importância por possuir efeitos protetores sobre a lesão por isquemia miocárdica/reperfusão (TANG et al., 2013).

Em todos os sucos, o ácido láctico não foi detectado, o que também ocorreu em relação ao ácido acético nos sucos Isabel Precoce e BRS Cora. Todavia, pequenas concentrações de ácido acético foram verificadas nos sucos BRS Carmem e IAC 138-22 Máximo. Nos sucos CM-766, MX-766 e MX-572 os teores encontrados (0,66, 0,64 e 0,54 mg L⁻¹, respectivamente) estiveram ligeiramente acima do limite máximo estabelecido pela legislação brasileira (0,5 g L⁻¹) (Brasil, 2000), o que geralmente está associado a contaminações das uvas ou dos sucos por bactérias acéticas (JACKSON, 2000).

A soma dos teores de glicose e frutose dos sucos de uva variou de 124 a 151 g L⁻¹ (Tabela 2). Esses valores estão de acordo com a legislação brasileira que estabelece limite máximo de açúcares de 200 g L⁻¹ (BRASIL, 2000). Com exceção do suco BRS Carmem, maiores teores de glicose e frutose foram encontrados quando utilizado o porta-enxerto 'IAC 766'. Isso pode estar relacionado aos diferentes níveis de vigor dos porta-enxertos estudados, uma vez que essa característica pode influenciar na capacidade de absorção de água e nutrientes e através da interação com a variedade copa, alterar o conteúdo de metabólitos primários das plantas (LEE; STEENWERTH, 2013). Efeito de porta-enxertos no conteúdo de açúcares também foi observado em sucos da uva 'Concord' na região Sul do Brasil, nos quais foram encontrados maiores teores de glicose e frutose quando utilizado o porta-enxerto 'Paulsen 1103' (menor vigor) em relação ao 'VR 043-43' (mais vigoroso). No entanto, o contrário ocorreu em sucos da uva 'Bordô' (BARROS et al., 2014).

4.3.3 Perfil de antocianinas dos sucos de uva

O teor de antocianinas individuais determinadas por HPLC variou significativamente entre os sucos de uva estudados (APÊNDICE A). As antocianinas foram os compostos presentes em maior proporção nos sucos de uva, variando de 75,20 a 90,21% do conteúdo total dos compostos fenólicos analisados (Tabela 3).

O maior conteúdo antociânico foi encontrado nos sucos MX-766 e MX-572, com 661 e 582 mg L⁻¹, respectivamente, dos quais mais de 50% corresponderam apenas

à malvidina 3,5-diglc, com 359 e 346 mg L⁻¹, respectivamente. Não foram encontrados na literatura trabalhos quantificando as antocianinas individuais de sucos da uva IAC 138-22 Máximo. Os teores encontrados nesse estudo são superiores àqueles obtidos em sucos de uva de outras variedades *Vitis labrusca* e híbridas (BORGES et al., 2013; LIMA et al., 2015; SILVA et al., 2016), inclusive maiores do que o conteúdo de antocianinas relatado em sucos da uva 'BRS Violeta' (464,0 a 669,4 mg L⁻¹), elaborados no Vale São Francisco (LIMA et al., 2014; NATIVIDADE et al., 2013). A variedade BRS Violeta ('BRS Rúbea' x 'IAC 1398-21') tem sido considerada pelos pesquisadores brasileiros uma uva muito interessante para a elaboração de vinhos tintos e sucos de uva altamente coloridos e ricos em antioxidantes (REBELLO et al., 2013). Nesse aspecto, a variedade IAC 138-22 Máximo destaca-se como uma opção a mais para vitivicultor brasileiro, com grande potencial para melhoria da cor de sucos e vinhos de outras variedades.

O conteúdo de malvidina 3-glc, delphinidina 3-glc, peonidina 3-glc, pelargonidina 3-glc e petunidina 3-glc no suco MX-766 foi significativamente maior do que no suco MX-572. Isso revela uma forte influência dos porta-enxertos sobre a uva IAC 138-22 Máximo, com maior afinidade pelo porta-enxerto 'IAC 766'. Ainda não é bem compreendido como o porta-enxerto afeta a biossíntese e o conteúdo desses compostos. Estudos com a uva 'Cabernet Sauvignon' (*V. vinifera*) mostram que esse efeito está ligado a expressão de genes relacionados à biossíntese de flavonoides (*VviPAL3-like*, *VviCHS3*, *VviLAR2* e *VviUFGT*) (CORSO et al., 2016).

O menor conteúdo de antocianinas foi encontrado nos sucos da uva Isabel Precoce, o que já era esperado, uma vez que é característica dessa variedade prover baixos índices de cor aos seus sucos e vinhos. Ainda assim, os teores encontrados nesse trabalho para foram superiores aos encontrados por Nassur et al. (2014) e Lima et al. (2014) em sucos da mesma variedade. Embora seja uma *Vitis labrusca*, a principal antocianina dos sucos Isabel Precoce foi a malvidina 3-glc, corroborando outros estudos na literatura (NATIVIDADE et al., 2013; SILVA et al., 2016).

A concentração de antocianinas monoméricas totais (AMT) nos sucos em estudo variou de 142,5 a 875,5 mg L⁻¹. O conteúdo desses pigmentos nos sucos Isabel Precoce foi cerca de 5,6 vezes inferior aos sucos IAC 138-22 Máximo, com médias de 152,9 e 862,8 mg L⁻¹, respectivamente. Não houve efeito dos porta-enxertos nessas variedades, o que também ocorreu em sucos da uva 'Concord' combinados com os porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' na região Sul do Brasil (BORGES et al., 2013).

Tabela 3 – Compostos fenólicos (em mg L⁻¹) em sucos de uva de variedades *Vitis labrusca* e híbridas cultivadas sobre os porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' sob condições tropicais na região Sudeste do Brasil.

Variedade copa Porta-enxertos	Isabel Precoce		BRS Carmem		BRS Cora		IAC 138-22 Máximo	
	IAC 766	IAC 572	IAC 766	IAC 572	IAC 766	IAC 572	IAC 766	IAC 572
Antocianinas								
Malvidina 3,5-diglc	14,8 ± 0,49 ^c	14,5 ± 0,38 ^c	167 ± 7,06 ^b	175 ± 10,4 ^b	4,27 ± 1,50 ^c	1,25 ± 0,26 ^c	359 ± 18,8 ^a	346 ± 3,01 ^a
Malvidina 3-glc	52,2 ± 2,27 ^c	44,6 ± 4,14 ^c	3,70 ± 0,62 ^d	2,37 ± 0,32 ^d	1,80 ± 0,60 ^d	2,13 ± 0,32 ^d	132 ± 9,55 ^a	101 ± 0,60 ^b
Cianidina 3,5-diglc	ND	ND	ND	ND	28,5 ± 1,02 ^a	25,1 ± 0,45 ^b	2,93 ± 0,35 ^c	2,83 ± 0,23 ^c
Cianidina 3-glc	4,43 ± 0,21 ^d	3,03 ± 0,64 ^d	14,5 ± 0,67 ^b	13,9 ± 0,82 ^b	11,2 ± 0,65 ^c	10,6 ± 0,21 ^c	26,8 ± 1,35 ^a	25,1 ± 0,15 ^a
Delphinidina 3-glc	5,37 ± 0,35 ^d	3,17 ± 1,19 ^d	3,47 ± 0,57 ^d	2,87 ± 0,21 ^d	75,9 ± 4,94 ^a	77,2 ± 1,42 ^a	51,9 ± 3,37 ^b	37,2 ± 0,23 ^c
Peonidina 3-glc	11,7 ± 0,55 ^a	9,70 ± 0,70 ^b	0,97 ± 0,21 ^e	0,83 ± 0,06 ^e	1,23 ± 0,06 ^e	1,43 ± 0,06 ^e	5,87 ± 0,40 ^c	4,67 ± 0,06 ^d
Pelargonidina 3-glc	8,20 ± 0,50 ^d	5,33 ± 1,86 ^{de}	1,26 ± 0,36 ^e	0,69 ± 0,03 ^e	23,3 ± 0,26 ^c	21,4 ± 0,53 ^c	52,9 ± 4,42 ^a	38,4 ± 0,32 ^b
Petunidina 3-glc	0,40 ± 0,00 ^e	0,25 ± 0,05 ^e	13,4 ± 0,65 ^c	14,6 ± 0,89 ^c	8,60 ± 0,36 ^d	8,47 ± 0,23 ^d	28,8 ± 1,57 ^a	26,2 ± 0,15 ^b
Σ Antocianinas	97,1 ± 16,9	80,5 ± 14,8	204 ± 57	210 ± 60	155 ± 25	148 ± 25	661 ± 118	582 ± 114
% da composição total	75,20	75,73	87,87	88,01	80,85	79,27	90,21	89,11
Flavonóis								
Caempferol	1,07 ± 0,15 ^{ab}	0,90 ± 0,10 ^{bc}	0,73 ± 0,15 ^{bc}	0,60 ± 0,10 ^c	0,10 ± 0,00 ^d	0,13 ± 0,06 ^d	1,33 ± 0,31 ^a	0,50 ± 0,10 ^{cd}
Miricetina	0,10 ± 0,00 ^c	0,10 ± 0,00 ^c	0,10 ± 0,00 ^c	0,10 ± 0,00 ^c	0,10 ± 0,00 ^c	0,10 ± 0,00 ^c	0,63 ± 0,06 ^b	0,70 ± 0,00 ^a
Isorhamnetina	0,27 ± 0,06 ^b	0,23 ± 0,06 ^b	2,40 ± 0,44 ^a	2,17 ± 0,42 ^a	ND	ND	ND	ND
Rutina	0,20 ± 0,00 ^e	0,17 ± 0,06 ^e	0,80 ± 0,10 ^d	0,83 ± 0,12 ^d	1,03 ± 0,15 ^{cd}	1,23 ± 0,15 ^c	3,50 ± 0,20 ^b	3,87 ± 0,06 ^a
Quercetina	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,10 ± 0,00 ^a	0,10 ± 0,00 ^a
Isoquercetina	6,53 ± 1,07 ^c	5,97 ± 0,50 ^{cd}	3,37 ± 0,75 ^e	3,57 ± 0,95 ^{de}	7,33 ± 0,49 ^{bc}	9,67 ± 0,87 ^b	13,2 ± 1,34 ^a	15,3 ± 0,36 ^a
Σ Flavonóis	8,17 ± 2,77	7,37 ± 2,53	7,40 ± 1,35	7,27 ± 1,41	8,57 ± 3,49	11,1 ± 4,62	18,7 ± 5,42	20,5 ± 6,44
% da composição total	6,32	6,93	3,18	3,04	4,48	5,98	2,56	3,14
Estilbeno								
<i>trans</i> -resveratrol	0,30 ± 0,00 ^{ef}	0,23 ± 0,06 ^f	0,53 ± 0,12 ^{cd}	0,43 ± 0,06 ^{de}	0,70 ± 0,00 ^c	0,70 ± 0,00 ^c	2,37 ± 0,12 ^a	1,87 ± 0,06 ^b
% da composição total	0,23	0,22	0,23	0,18	0,37	0,38	0,32	0,29
Ácidos fenólicos								
Ácido gálico	5,97 ± 0,21 ^a	4,30 ± 0,26 ^b	4,47 ± 0,57 ^b	4,60 ± 0,10 ^b	6,13 ± 0,23 ^a	6,03 ± 0,12 ^a	4,83 ± 0,31 ^b	4,27 ± 0,06 ^b
Ácido cafeico	10,2 ± 0,53 ^a	8,03 ± 0,25 ^b	1,53 ± 0,15 ^e	1,70 ± 0,10 ^e	5,87 ± 0,25 ^c	4,73 ± 0,06 ^d	5,03 ± 0,25 ^d	4,83 ± 0,15 ^d
Ácido cinâmico	0,23 ± 0,06 ^e	0,20 ± 0,00 ^e	0,80 ± 0,00 ^d	0,80 ± 0,00 ^d	4,30 ± 0,10 ^a	4,00 ± 0,10 ^b	1,87 ± 0,15 ^c	1,80 ± 0,10 ^c
Ácido clorogênico	1,53 ± 0,15 ^a	1,60 ± 0,36 ^a	0,47 ± 0,06 ^b	0,43 ± 0,06 ^b	0,43 ± 0,06 ^b	0,43 ± 0,06 ^b	0,60 ± 0,17 ^b	0,40 ± 0,00 ^b
Ácido <i>p</i> -cumárico	0,20 ± 0,00 ^c	0,20 ± 0,00 ^c	1,73 ± 0,15 ^b	1,87 ± 0,21 ^b	2,00 ± 0,10 ^b	2,10 ± 0,10 ^b	4,00 ± 0,17 ^a	3,97 ± 0,15 ^a
Σ Ácidos fenólicos	18,1 ± 4,37	14,3 ± 3,34	9,00 ± 1,58	9,40 ± 1,63	18,7 ± 2,48	17,3 ± 2,21	16,3 ± 1,95	15,27 ± 1,88
% da composição total	15,87	15,49	6,69	6,77	12,54	12,12	6,30	6,66
Flavanóis								
(-)-Epic. galato	2,17 ± 0,32 ^{ab}	1,27 ± 0,32 ^d	2,33 ± 0,40 ^{ab}	2,17 ± 0,35 ^{abx}	2,37 ± 0,38 ^{ab}	2,77 ± 0,12 ^a	1,50 ± 0,10 ^{cd}	1,80 ± 0,10 ^{bcd}
(-)-Epig. galato	0,90 ± 0,10 ^{cd}	0,47 ± 0,06 ^d	2,40 ± 0,20 ^b	2,60 ± 0,20 ^b	1,03 ± 0,21 ^{cd}	1,43 ± 0,25 ^c	2,97 ± 0,50 ^{ab}	3,47 ± 0,35 ^a
Σ Flavanóis	3,07 ± 0,90	1,73 ± 0,57	4,73 ± 0,05	4,77 ± 0,31	3,40 ± 0,94	4,20 ± 0,94	4,47 ± 1,04	5,27 ± 1,18
% da composição total	2,37	1,63	2,03	2,00	1,78	2,26	0,61	0,81
Antocianinas monoméricas totais ¹	163,5 ± 8,0 ^e	142,5 ± 18 ^e	735,8 ± 20 ^c	782,5 ± 12 ^b	730,9 ± 9,6 ^c	672,7 ± 9,9 ^d	875,5 ± 8,2 ^a	850,0 ± 1,7 ^a
Compostos fenólicos totais ²	1004 ± 16 ^d	913,9 ± 39 ^d	2008 ± 56 ^c	2039 ± 42 ^{bc}	2128 ± 23 ^b	2141 ± 38 ^b	3485 ± 23 ^a	3469 ± 52 ^a

Dados expressos como média ± desvio padrão ($n = 3$). Letras distintas na mesma linha indicam diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$). Nomenclatura das abreviações: diglc, diglicosídeo; glc, glicosídeo; Epic, Epicatequina; Epig, Epigalocatequina; ND, não detectado; Σ, soma dos compostos quantificados por HPLC em cada classe fenólica.

¹ Antocianinas monoméricas totais quantificadas pelo método de diferença de pH e expressas em mg L⁻¹ equivalentes de cianidina 3-glicosídeo.

² Compostos fenólicos totais mensurados com Folin-Ciocalteu e expressos em mg L⁻¹ equivalente de ácido gálico.

De modo diferente, o suco CM-572 apresentou maior teor de AMT do que o suco CM-766, enquanto que maior conteúdo desses pigmentos foi encontrado no suco CR-766 em relação ao CR-572. Nas condições do Vale do São Francisco, Nassur et al. (2014) encontraram em sucos da combinação BRS Cora/'IAC 572' quantidade de antocianinas maior do que a combinação BRS Cora/'IAC 766'. Esses resultados sugerem que o efeito dos porta-enxertos sobre o conteúdo de antocianinas na uva não se dá apenas pela influência isolada do porta-enxerto sobre a copa, mas é influenciado também pela interação genética copa/porta-enxerto, sofrendo ainda a influência das condições ambientais no local de cultivo.

O conteúdo de AMT dos sucos BRS Carmem, BRS Cora e IAC 138-22 Máximo no presente trabalho foi superior aos encontrados na literatura para sucos integrais brasileiros de uvas *Vitis labrusca* e híbridas, nos quais os teores relatados variam de 15,4 a 617,0 mg L⁻¹ (BORGES et al., 2013; LIMA et al., 2014; NASSUR et al., 2014; PADILHA et al., 2017; SILVA et al., 2016), e sucos comerciais da Espanha (129 a 535 mg L⁻¹) (MORENO-MONTORO et al., 2015).

4.3.4 Flavonóis e *trans*-resveratrol

O teor de flavonóis nos sucos de uva variou de 7,21 a 20,5 mg L⁻¹ (Tabela 3). Maior conteúdo desses compostos foram encontrados nos sucos MX-766 e MX-572, com média de 19,6 mg L⁻¹, dos quais 72 % (14,25 mg L⁻¹) corresponderam apenas à isoquercetina. Embora em menores concentrações, a isoquercetina também foi predominante nos sucos BRS Cora, Isabel Precoce e BRS Carmem, com médias entre os porta-enxertos de 8,50, 6,25 e 3,47 mg L⁻¹, respectivamente. O perfil cromatográfico é mostrado no Apêndice A.

O conteúdo total de flavonóis analisados por HPLC no presente trabalho foi superior aos encontrados em estudos previamente publicados por Lima et al. (2014, 2015) e Natividade et al. (2013). No entanto, esses autores não analisaram a isoquercetina. Quando observado apenas os teores dos outros flavonóis, caempferol, miricetina, isorhamnetina, rutina e quercetina, os teores nos sucos do presente trabalho foram similares aos encontrados pelos autores citados.

O suco MX-766 apresentou o maior conteúdo de *trans*-resveratrol, diferindo significativamente inclusive do suco MX-572, com valores de 2,37 e 1,87 mg L⁻¹,

respectivamente. Os sucos BRS Cora, BRS Carmem e Isabel Precoce apresentaram teores de *trans*-resveratrol de 0,70; 0,48 e 0,27 mg L⁻¹, respectivamente (Tabela 3).

Os teores de *t*-resveratrol dos sucos da uva IAC 138-22 Máximo foram superiores aos reportados na literatura para sucos de uva integrais brasileiros das variedades Isabel Precoce, BRS Cora, BRS Violeta e Bordô nos quais foram encontrados teores variando de 0,00 a 1,10 mg L⁻¹ (DANI et al., 2007; LIMA et al., 2014; NATIVIDADE et al., 2013; SILVA et al., 2016).

O *t*-resveratrol é um dos fenólicos mais estudados atualmente e tem sido associado a vários efeitos benéficos à saúde humana como atividade bactericida, fungicida, ação cardioprotetora e atividade anticâncer (ALI et al., 2010). Sucos com altos teores desse composto, como os obtidos no presente trabalho, podem ser uma boa fonte de resveratrol para o consumidor, principalmente para os abstêmios.

4.3.5 Ácidos fenólicos e flavanóis

O conteúdo dos ácidos fenólicos variou de 6,30 a 15,87 % do conteúdo total de compostos fenólicos quantificados nos sucos (Tabela 3). Em todos os sucos, os principais ácidos fenólicos encontrados foram o ácido gálico e ácido cafeico. No suco IP-766, esses ácidos foram encontrados em maior concentração do que nos sucos IP-572, com teores de 5,97 e 4,30 mg L⁻¹, respectivamente para o ácido gálico e de 10,2 a 8,03 mg L⁻¹, respectivamente para o ácido cafeico.

De modo geral, o conteúdo de ácidos fenólicos dos sucos nesse trabalho estão abaixo da média encontrada para sucos de uva comerciais brasileiros, nos quais o teor médio dos ácidos gálico, cafeico, clorogênico e *p*-cumárico é de 9,56; 5,81; 27,9 e 7,24 mg L⁻¹, respectivamente (MARGRAF et al., 2016). Por outro lado, os teores dos ácidos gálico, cafeico e *p*-cumárico nos sucos do presente trabalho são superiores aos encontrados em sucos comerciais da Espanha, nos quais os teores foram de 2,00; 0,65 e 0,62 mg L⁻¹, respectivamente (MORENO-MONTORO et al., 2015).

A quantidade total de flavanóis nos sucos de uva variou de 1,73 a 5,27 mg L⁻¹ (Tabela 3). Os maiores conteúdos de (-)-epigallocatequina galato foram encontrados nos sucos MX-572 e MX-766, com média de 3,22 mg L⁻¹. Por sua vez, a (-)-epicatequina galato teve uma distribuição uniforme entre os sucos, não havendo diferença significativa no conteúdo desse composto entre os sucos CR-766, CR-572, CM-766, CM-572 e IP-766, com média de 2,36 mg L⁻¹. Esses valores são semelhantes

aos relatados na literatura para sucos de uva *V. labrusca* e híbridas (LIMA et al., 2015; SILVA et al., 2016). Os perfis cromatográficos de ácidos fenólicos e flavonóis são mostrados no Apêndice A.

4.3.6 Conteúdo fenólico total

A concentração de polifenóis totais diferiu significativamente ($p < 0,05$) entre os sucos de uva estudados (Tabela 3). O maior conteúdo fenólico foi encontrado nos sucos MX-766 e MX-572, com valor médio de 3477 mg L⁻¹. Esse valor é aproximadamente 3,6 vezes maior do que o encontrado nos sucos da uva Isabel Precoce (959 mg L⁻¹). Os sucos BRS Cora e BRS Carmem apresentaram concentrações semelhantes entre si, com média de 2079 mg L⁻¹. Os altos valores de fenólicos totais nos sucos BRS Cora e BRS Carmem já eram esperados uma vez que essas novas variedades foram desenvolvidas para se ter maior conteúdo antocianico, que é a maior deficiência técnica da variedade Isabel, principal uva brasileira utilizada na elaboração de sucos.

O teor de compostos fenólicos totais nos sucos de uva BRS Cora e BRS Carmem estão em concordância com os valores encontrados na literatura para sucos de uva *V. labrusca* e híbridas produzidos em diferentes regiões do Brasil, nos quais o conteúdo variou de 779 a 2647 mg L⁻¹ (BORGES et al., 2013; LIMA et al., 2014, 2015; PADILHA et al., 2017; SILVA et al., 2016). No entanto, o conteúdo fenólico dos sucos da uva IAC 138-22 Máximo estão acima do valor máximo encontrado por esses autores, o que o caracteriza como uma potencial fonte de compostos fenólicos para o consumidor. A importância da composição fenólica em sucos de uva está relacionada, principalmente, a sua contribuição para a qualidade sensorial do suco em relação à cor, sabor, bem como a atividade antioxidante (GRANATO et al., 2016).

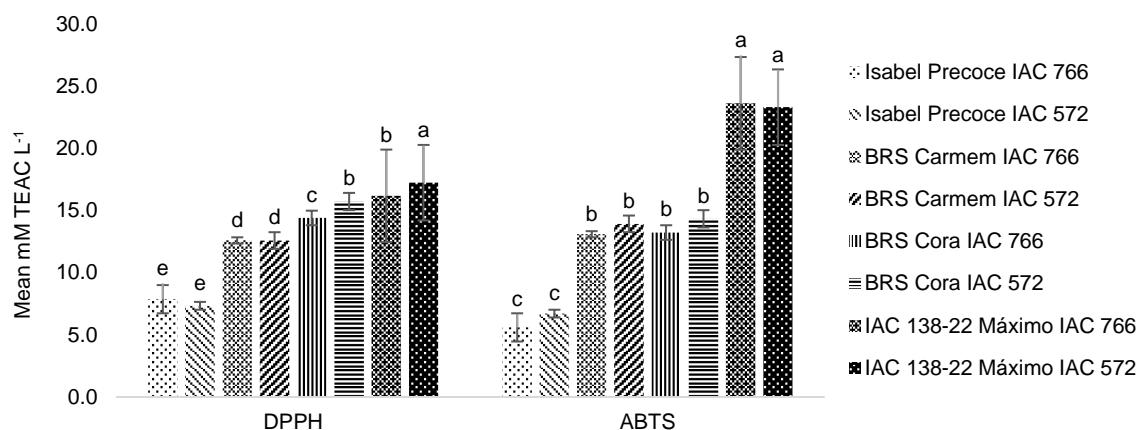
Em relação aos porta-enxertos, não houve efeito dos porta enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' no conteúdo de fenólicos totais dos sucos de uva no presente trabalho. Esses mesmos porta-enxertos também não influenciaram o conteúdo fenólico dos sucos de uva Concord elaborados na região Sul do Brasil (BORGES et al., 2013).

4.3.7 Atividade antioxidante *in vitro*

A atividade antioxidante *in vitro* dos sucos de uva foi determinada por métodos de captura de radicais livres (DPPH e ABTS), os quais demonstraram haver diferença significativa ($p < 0,05$) entre eles (Figura 1).

A atividade antioxidante variou de 7,6 a 17,2 e de 6,2 a 23,6 mM TEAC L⁻¹ quando determinada pelos métodos DPPH e ABTS, respectivamente. Em ambos os métodos, independente do porta-enxerto utilizado, a maior e a menor atividade antioxidante foram encontradas nos sucos das uvas IAC 138-22 'Máximo' e 'Isabel Precoce', respectivamente.

Figura 1 – Atividade antioxidante em sucos de uva de variedades *Vitis labrusca* e híbridas cultivadas sobre os porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' sob condições tropicais na região Sudeste do Brasil



Barras verticais indicam o desvio padrão da média ($n = 3$). Letras distintas acima das barras verticais indicam diferença significativa pelo teste Tukey ($p < 0,05$), em cada método analisado (DPPH e ABTS).

Aplicando o método do DPPH, a atividade antioxidante do suco MX-572 foi de 17,2 mM TEAC L⁻¹, diferindo significativamente dos demais, até mesmo do suco MX-766 (16,2 mM TEAC L⁻¹). Também foi observada diferença significativa entre os porta-enxertos nos sucos da uva 'BRS Cora', dentre os quais o suco CR-572 apresentou maior atividade antioxidante que o suco CR-766, com valores médios de 15,7 e 14,4 mM TEAC L⁻¹, respectivamente.

Quando a atividade antioxidante dos sucos foi determinada pelo método DPPH, foi observado que a combinação com o porta-enxerto 'IAC 572' proporcionou maiores valores de AOX no suco das uvas 'BRS Cora' (15,7 e 14,4 mM TEAC L⁻¹, respectivamente) e IAC 138-22 'Máximo' (17,2 e 16,2 mM TEAC L⁻¹, respectivamente). A atividade antioxidante dos produtos da uva é influenciada não apenas pela

quantidade de compostos fenólicos, mas também pela sua composição. Além disso, é importante notar que outros componentes tais como carotenoides (licopeno, β -caroteno), tocoferóis e ácido ascórbico estão envolvidos na atividade antioxidante dos sucos, podendo agir sinergicamente com os fenólicos (DÁVALOS; BARTOLOMÉ; GÓMEZ-CORDOVÉS, 2005).

Não houve influência significativa dos porta-enxertos na AOX dos sucos 'Isabel Precoce' e 'BRS Carmem'. Resultados semelhantes aos obtidos em sucos da uva Concord elaborados na região Sul do Brasil, os quais não tiveram sua atividade antioxidante influenciada pelos porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572', com valores médios de 11,99 e 10,92 mM TEAC L⁻¹, respectivamente (BORGES et al., 2013). É possível observar que a interação copa/porta-enxerto mostra-se com maior capacidade de influenciar a atividade antioxidante do que apenas o efeito isolado do porta-enxerto.

Quando o método do ABTS foi usado para mensurar a atividade antioxidante dos sucos, não houve efeito significativo ($p > 0,05$) entre os porta-enxertos dentro dos sucos de cada variedade de uva. Os sucos MX-766 e MX-572 apresentaram as maiores atividades antioxidantes, com valores de 23,6 e 23,3 mM TEAC L⁻¹, respectivamente, não diferindo significativamente entre si.

A atividade antioxidante dos sucos BRS Cora e BRS Carmem estudados estão em conformidade com os valores reportados em sucos de uva comerciais elaborados com novas variedades no Vale do São Francisco, nos quais foram encontradas AOX variando de 10,03 a 14,38 e de 12,47 a 18,13 mM TEAC L⁻¹, mensurados pelos métodos DPPH e ABTS, respectivamente (PADILHA et al., 2017). Maiores AOX foram encontradas nos sucos da uva IAC 138-22 'Máximo' nesse estudo, que por sua vez foram semelhantes aos valores relatados em sucos de uva da Espanha, de 15,1 a 27,1 mM TEAC L⁻¹ (MORENO-MONTORO et al., 2015), mas inferiores aos reportados em sucos de uva integrais das variedades BRS Violeta e BRS Magna (LIMA et al., 2014).

4.3.8 Análises de correlação de Pearson

As análises de correlação de Pearson foram realizadas para investigar a contribuição dos compostos fenólicos analisados para a atividade antioxidante (DPPH e ABTS) dos sucos de uva (Tabela 4). Para fins de discussão, foram considerados os

coeficientes de correlação (r) positivos, com significância de 1% de probabilidade de erro ($p < 0,01$). O número de compostos que atenderam a essas condições foi maior quando aplicado o método ABTS.

Tabela 4 – Análises de correlação de Pearson entre os compostos fenólicos dos sucos de uva e suas atividades antioxidantes mensuradas pelos métodos do DPPH e ABTS.

Compostos fenólicos	DPPH		ABTS	
	Pearson r	p -valor	Pearson r	p -valor
Antocianinas				
Malvidina 3,5-diglc	0,591	0,123	0,861 ^a	0,006
Malvidina 3-glc	0,256	0,501	0,585	0,128
Cianidina 3,5-diglc	0,416	0,306	0,049	0,907
Cianidina 3-glc	0,832 ^a	0,009	0,978 ^a	<0,001
Delphinidina 3-glc	0,694	0,056	0,449	0,264
Peonidina 3-glc	-0,646	0,083	-0,402	0,325
Pelargonidina 3-glc	0,713 ^b	0,047	0,816 ^b	0,014
Petunidina 3-glc	0,813 ^b	0,014	0,973 ^a	<0,001
Flavonóis				
Caempferol	-0,376	0,354	0,001	0,994
Miricetina	0,623	0,099	0,862 ^a	0,006
Isorhamnetina	-0,169	0,689	-0,157	0,711
Rutina	0,804 ^b	0,017	0,956 ^a	<0,001
Quercetina	0,619	0,102	0,865 ^a	0,006
Isoquercetina	0,658	0,076	0,754 ^b	0,031
Estilbeno				
<i>trans</i> -resveratrol	0,742 ^b	0,035	0,924 ^a	0,001
Ácidos fenólicos				
Ácido gálico	0,007	0,989	-0,305	0,960
Ácido cafeico	-0,545	0,163	-0,482	0,226
Ácido cinâmico	0,662	0,734	0,342	0,406
Ácido clorogênico	-0,886 ^a	0,003	-0,716 ^b	0,046
Ácido p -cumárico	0,927 ^a	0,001	0,997 ^a	<0,001
Flavanóis				
(-)-Epicatequina galato	0,255	0,545	-0,139	0,740
(-)-Epigallocatequina galato	0,716 ^b	0,046	0,867 ^a	0,005
Antocianinas monoméricas totais	0,917 ^a	0,001	0,862 ^a	0,006
Compostos fenólicos totais	0,918 ^a	0,001	0,996 ^a	<0,001
Atividade antioxidante (DPPH)	-		0,904 ^a	0,002

^a Correlação significativa a 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

^b Correlação significativa a 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

Aplicando o método do DPPH, correlações significativas ($p < 0,01$) foram encontradas apenas para cianidina 3-glc ($r = 0,83$) e ácido p -cumárico ($r = 0,93$). Entretanto, ao aplicar o método ABTS, correlações significativas entre os compostos fenólicos e a atividade antioxidante dos sucos de uva foram encontradas para malvidina 3,5-diglc ($r = 0,86$), cianidina 3-glc ($r = 0,98$), petunidina 3-glc ($r = 0,97$),

miricetina ($r = 0,86$), rutina ($r = 0,96$), quercetina ($r = 0,87$), *trans*-resveratrol ($r = 0,92$), ácido *p*-cumárico ($r = 0,99$) e (-)-epigallocatequina galato ($r = 0,87$).

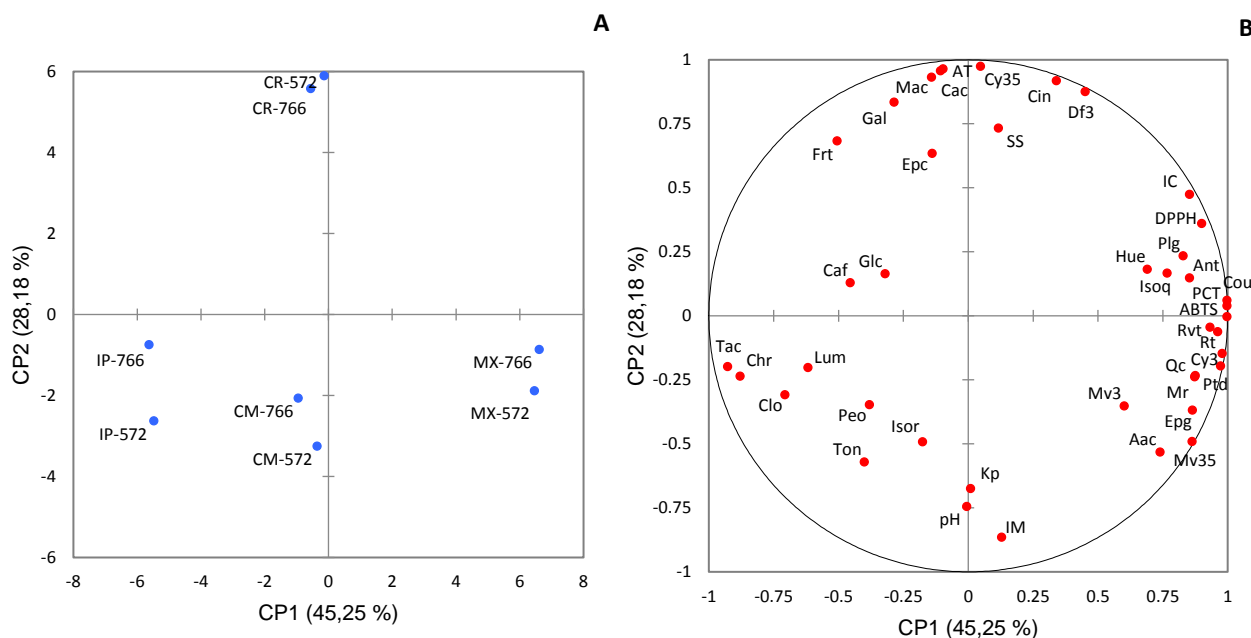
Os coeficientes de correlação entre a atividade antioxidante pelos métodos de DPPH e ABTS e as antocianinas monoméricas totais foram $r = 0,92$ e $0,86$, respectivamente, e para os compostos fenólicos totais, $r = 0,92$ e $0,99$, respectivamente, todos significativos a 1% de probabilidade de erro. Essa alta correlação entre os compostos fenólicos totais e a atividade antioxidante em sucos de uva corrobora outros estudos na literatura (LIMA et al., 2014; SILVA et al., 2016), evidenciando as propriedades biológicas responsáveis por efeitos benéficos à saúde do consumidor.

4.3.9 Análise de componentes principais

A análise de componentes principais (ACP) foi aplicada a todas às variáveis analisadas nos sucos, isto é, as análises clássicas, análises de cor, ácidos orgânicos, açúcares, compostos fenólicos individuais e totais e à atividade antioxidante. A variabilidade total do experimento foi explicada por sete componentes principais, dos quais CP1/CP2 explicaram 73,43 % dessa variabilidade (Figura 2).

A primeira componente principal explicou 45,25 % da variância, separando os sucos MX-766 e MX-572 dos demais (Figura 2A). A análise da CP1 *loadings* (Figura 2B) permite afirmar que as variáveis com maior contribuição (*loadings* > 0,70) para essa separação foram: atividade antioxidante por ABTS, compostos fenólicos totais, ácido *p*-cumárico, cianidina 3-glc, petunidina 3-glc, *trans*-resveratrol, atividade antioxidante por DPPH, quercetina, miricetina, epigallocatequina galato, malvidina 3,5-diglc, índice de cor, antocianinas monoméricas totais, pelargonidina e isoquercetina. PC1 *scores* e *loadings* sugerem que as concentrações ou valores desses compostos foram maiores nos sucos da uva IAC 138-22 'Máximo' e menores nos sucos 'Isabel Precoce', localizados no lado negativo do eixo PC1. O contrário foi observado em relação ao ácido tartárico e chroma, que também tiveram grande contribuição na separação dos sucos na CP1, no entanto, com *loadings* negativos. CP1 *scores* e *loadings* permitem inferir ainda que esses compostos foram encontrados nos sucos BRS Carmem e BRS Cora, localizados na parte central do eixo CP1, em níveis intermediários e semelhantes entre si.

Figura 2 – Análise de componentes principais do perfil químico de sucos de uva produzidos da combinação de variedades *Vitis labrusca* e híbridas cultivadas sobre diferentes porta-enxertos sob condições tropicais na região Sudeste do Brasil. CP1/CP2 scores (A) e *loadings plot* (B) explicando 73,43 % da variação total.



Amostras: IP, Isabel Precoce; CM, BRS Carmem; CR, BRS Cora; MX, IAC 138-22 Máximo; 766, porta-enxerto IAC 766; 572, porta-enxerto IAC 572. Variáveis: SS, sólidos solúveis; AT, acidez titulável; IM, índice de maturação; Lum, luminosidade; Chr, chroma; IC, índice de cor; Ton, tonalidade; Tac, ácido tartárico; Mac, ácido málico; Cac, ácido cítrico; Aac, ácido acético; Glc, glicose; Frt, frutose; Mv35, malvidina 3,5-diglc; Mv3, malvidina 3-glc; Cy35, cianidina 3,5-diglc; Cy3, cianidina 3-glc; Df3, delphinidina 3-glc; Peo, peonidina 3-glc; Peg, pelargonidina 3-glc; Pet, petunidina 3-glc; Qc, quercetina; Isoq, isoquercetina; Rt, rutina; Kp, caempferol; Myr, miricetina; Isoh, isorhamnetina; Gal, ácido gálico; Caf, ácido cafeico; Cin, ácido cinâmico; Clo, ácido clorogênico acid; Cou, ácido ρ -cumárico; Rvt, *trans*-resveratrol; Epc, epicatequina galato; Epg, epigallocatequina galato; TMA, antocianinas monoméricas totais; TPC, compostos fenólicos totais; DPPH, atividade antioxidante pelo método DPPH; ABTS, atividade antioxidante pelo método ABTS.

A segunda componente principal explicou 28,18 % da variabilidade do experimento e foi efetiva ao separar os sucos CR-572 e CR-766 dos demais. CP2 *loadings* sugere que essa separação foi devida principalmente à cianidina 3,5-dglc, delphinidina 3-glc, ácido cinâmico, ácido gálico, acidez titulável, ácido cítrico, ácido málico e sólidos solúveis. E ainda ao pH e índice de maturação, ambos com *loadings* negativos. Através da PC2 *scores* e *loadings* pode-se afirmar que os valores de pH e índice maturação foram menores nos sucos CR-572 e CR-766, no entanto, os demais compostos citados foram encontrados em maior concentração nesses sucos do que nos sucos das uvas Isabel Precoce, BRS Carmem e IAC 138-22 Máximo.

O eixo PC2 revelou que há variabilidade entre os porta-enxertos 'IAC 766' e 'IAC 572' nos sucos Isabel Precoce, BRS Carmem e IAC 138-22 Máximo (Figura 2A). PC2

scores e *loadings* sugerem um maior teor de sólidos solúveis e, ainda assim, maior acidez nesses sucos quando combinados com o porta-enxerto 'IAC 766'.

4.4 Conclusões

Os sucos BRS Cora apresentaram maior conteúdo de açúcares e altos níveis de acidez. Os índices de cor dos sucos Isabel Precoce foram inferiores aos demais.

Os sucos da uva IAC 138-22 Máximo apresentaram maior conteúdo de antocianinas individuais e totais, flavonóis, *trans*-resveratrol e compostos fenólicos totais, e com isso, maior atividade antioxidante *in vitro* foi mensurada nesses sucos. Apesar dos baixos teores de antocianinas e compostos fenólicos totais, os sucos Isabel Precoce apresentaram quantidade de ácidos fenólicos semelhante aos sucos BRS Cora e IAC 138-22 Máximo. No geral, o conteúdo fenólico e as atividades antioxidantes dos sucos BRS Cora e BRS Carmem foram semelhantes entre si.

Diversos compostos foram influenciados pelos porta-enxertos, mas com variações entre as variedades copa. O porta-enxerto 'IAC 766' favoreceu o acúmulo de açúcares nos sucos Isabel Precoce, BRS Cora e IAC 138-22 Máximo. Esse porta-enxerto também contribuiu no acúmulo de antocianinas e *trans*-resveratrol nos sucos IAC 138-22 Máximo, e de ácidos fenólicos nos sucos Isabel Precoce, no entanto, maior conteúdo de antocianinas monoméricas foi encontrado nos sucos BRS Carmem e BRS Cora quando utilizado o porta-enxerto 'IAC 572'.

Referências

- ALI, K. et al. Metabolic constituents of grapevine and grape-derived products. **Phytochemistry Reviews**, v. 9, n. 3, p. 357–378, 2010.
- BARCIA, M. T. et al. Phenolic composition of grape and winemaking by-products of Brazilian hybrid cultivars BRS Violeta and BRS Lorena. **Food Chemistry**, v. 159, p. 95–105, 2014.
- BARROS, L. B. et al. Use of HPLC for characterization of sugar and phenolic compounds in *Vitis labrusca* juice. **Idesia**, v. 32, n. 2, p. 89–94, 2014.
- BORGES, R. DE S. et al. Phenolic compounds, favorable oxi-redox activity and juice color of 'Concord' grapevine clones. **Scientia Horticulturae**, v. 161, p. 188–192, 2013.
- BRASIL. Instrução Normativa nº 01, de 07 de janeiro de 2000. **Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, v. Seção 1, p. 54–58, 2000.

BURIN, V. M. et al. Colour, phenolic content and antioxidant activity of grape juice. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 4, p. 1027–1032, 2010.

BURIN, V. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant activity of *Vitis vinifera* and *Vitis labrusca* grapes: Evaluation of different extraction methods. **Microchemical Journal**, v. 114, p. 155–163, 2014.

CAMARGO, U. A. 'Isabel Precoce': alternativa para a vitivinicultura brasileira. **Comunicado Técnico [da] Embrapa Uva e Vinho**, v. 1, n. 54, p. 1–6, 2004.

CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; RITSCHHEL, P. S. BRS Carmem. Nova cultivar de uva tardia para suco. **Comunicado Técnico [da] Embrapa Uva e Vinho**, v. 1, n. 84, p. 1–8, 2008.

COELHO, E. M. et al. Simultaneous analysis of sugars and organic acids in wine and grape juices by HPLC: Method validation and characterization of products from northeast Brazil. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 66, p. 160–167, 2018.

CONDE, C. et al. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. **Food**, v. 1, n. 1, p. 1–22, 2007.

CORSO, M. et al. Grapevine rootstocks differentially affect the rate of ripening and modulate auxin-related genes in Cabernet Sauvignon berries. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, p. 1–14, 2016.

DANI, C. et al. Phenolic content and antioxidant activities of white and purple juices manufactured with organically- or conventionally-produced grapes. **Food and Chemical Toxicology**, v. 45, p. 2574–2580, 2007.

DÁVALOS, A.; BARTOLOMÉ, B.; GÓMEZ-CORDOVÉS, C. Antioxidant properties of commercial grape juices and vinegars. **Food Chemistry**, v. 93, p. 325–330, 2005.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. In: **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. p. 306.

GLORIES, Y. La couler des vins rouges, 2a Partie Mesure, **Origine et Interpretation. Conn. Vigne Vin.**, v. 18, n. 4, p. 253–271, 1984.

GRANATO, D. et al. Effects of geographical origin, varietal and farming system on the chemical composition and functional properties of purple grape juices: A review. **Trends in Food Science & Technology**, v. 52, p. 31–48, 2016.

IBRAVIN. **Pesquisa mapeia hábitos de consumo do suco de uva 100%**. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/noticias/245.php>>. Acesso em: 9 mai. 2016.

JACKSON, R. S. Chemical constituents of grapes and wine. In: JACKSON, R. S. (Ed.). **Wine Science**. 2. ed. St. Catherines, Ontario: Academic Press, 2000. p. 232–280.

KELLER, M. **The science of grapevines: anatomy and physiology**. 2. ed. Washington: Elsevier Inc., 2015.

KIM, Y. K.; GUO, Q.; PACKER, L. Free radical scavenging activity of red ginseng aqueous extracts. **Toxicology**, v. 172, p. 149–156, 2002.

LEE, J.; DURST, R. W.; WROLSTAD, R. E. Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the ph differential method: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v. 88, n. 5, p. 1269–1278, 2005.

LEE, J.; STEENWERTH, K. L. 'Cabernet Sauvignon' grape anthocyanin increased by soil conservation practices. **Scientia Horticulturae**, v. 159, p. 128–133, 2013.

LIMA, M. S. et al. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. **Food Chemistry**, v. 161, p. 94–103, 2014.

LIMA, M. S. et al. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced in industrial scale by different processes of maceration. **Food Chemistry**, v. 188, p. 384–392, 2015.

LIU, H. et al. Sugar and acid concentrations in 98 grape cultivars analyzed by principal component analysis. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 1536, n. April 2005, p. 1526–1536, 2006.

MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A. **O cultivo da videira Niágara no Brasil**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2012.

MARGRAF, T. et al. Effects of geographical origin, variety and farming system on the chemical markers and in vitro antioxidant capacity of Brazilian purple grape juices. **Food Research International**, v. 82, p. 145–155, 2016.

MORENO-MONTORO, M. et al. Phenolic compounds and antioxidant activity of Spanish commercial grape juices. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 38, p. 19–26, 2015.

NASSUR, R. C. M. R. et al. Chemical characteristics of grape juices from different cultivar and rootstock combinations. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 7, p. 540–545, 2014.

NATIVIDADE, M. M. P. et al. Simultaneous analysis of 25 phenolic compounds in grape juice for HPLC: Method validation and characterization of São Francisco Valley samples. **Microchemical Journal**, v. 110, p. 665–674, 2013.

OIV. **Recueil des methods internationales d'analyse des vins et des mouts**. 8. ed. Paris: Assemblée Générale, 2011.

PADILHA, C. V. S. et al. Rapid determination of flavonoids and phenolic acids in grape juices and wines by RP-HPLC/DAD: Method validation and characterization of commercial products of the new Brazilian varieties of grape. **Food Chemistry**, v. 228, p. 106–115, 2017.

RE, R. et al. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, n. 9–10, p. 1231–1237, 1999.

REBELLO, L. P. G. et al. Phenolic composition of the berry parts of hybrid grape cultivar BRS Violeta (BRS Rubea x IAC 1398-21) using HPLC-DAD-ESI-MS/MS. **Food Research International**, v. 54, n. 1, p. 354–366, 2013.

SILVA, F. L. N. et al. Quantitation of organic acids in wine and grapes by direct infusion electrospray ionization mass spectrometry. **Analytical Methods**, v. 7, p. 53–62, 2015.

SILVA, J. K. et al. Bioactive compounds of juices from two Brazilian grape cultivars. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, n. 96, p. 1190–1996, 2016.

SILVA, M. J. R. et al. Phenolic compounds and antioxidant activity of red and white grapes on different rootstocks. **African Journal of Biotechnology**, v. 16, n. 13, p. 664–671, 2017.

SINGLETON, V. L.; ROSSI JR, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, p. 144–158, 1965.

TANG, X. et al. The cardioprotective effects of citric acid and L-malic acid on myocardial ischemia/reperfusion injury. **Evidence-based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2013, p. 1–11, 2013.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O ciclo produtivo da videira 'BRS Carmem' foi superior às demais cultivares estudadas, o que já era esperado, uma vez que essa cultivar foi desenvolvida com o propósito de ser mais tardia. Apesar das boas características dessa uva, isso é, o equilibrado conteúdo de ácidos e açúcares, alto teor de antocianinas e a elevada atividade antioxidante *in vitro*, que foram transmitidas aos seus respectivos sucos, o baixo potencial produtivo da 'BRS Carmem' pode ser um fator limitante para seu cultivo, necessitando de mais estudos para adequar seu manejo, principalmente com relação à poda.

As cultivares Isabel Precoce, BRS Cora e IAC 138-22 Máximo apresentaram características produtivas semelhantes entre si, com variações ao longo dos ciclos avaliados, o que pode ser considerado normal quando a videira é cultivada em ciclos sucessivos. Isso está ligado a questões genéticas inerentes a cada variedade e sua influência com as condições climáticas registradas durante as safras.

A uva 'BRS Violeta' destacou-se pelo alto conteúdo bioativo e alta atividade antioxidante, confirmando ser uma uva extremamente tintureira. Alto teor de compostos fenólicos e elevado potencial antioxidante também foi encontrado nas uvas e sucos da cultivar IAC 138-22 Máximo. A limitação dessa uva para a elaboração de sucos esteve relacionada ao seu baixo conteúdo de açúcares, problema que pode ser resolvido no momento do processamento através de cortes com outras cultivares.

Os baixos índices de cor relatados na literatura para sucos da uva 'Isabel Precoce' também foram encontrados nesse trabalho. Isso evidencia a importância do estudo com outras variedades tintureiras que possam ser utilizadas em cortes com a 'Isabel', melhorando os índices de cor dos seus sucos e tornando-os alimentos mais funcionais ao consumidor. Além da 'BRS Violeta', IAC 138-22 'Máximo' e 'BRS Carmem', já citadas, a 'BRS Cora' também aparece como uma boa opção para esses fins.

Com relação aos porta-enxertos, 'IAC 766' e 'IAC 572' não influenciaram a duração dos estádios fenológicos e as exigências térmicas das videiras, no entanto, o porta-enxerto 'IAC 766' proporcionou maior produção, melhores características de cachos e aumento no conteúdo de sólidos solúveis das uvas. A utilização desse porta-enxerto também favoreceu acúmulo considerável no conteúdo fenólico das uvas 'BRS Violeta' e nos sucos da uva IAC 138-22 'Máximo', sendo assim mais indicado que o

'IAC 572' para o cultivo de videiras *Vitis labrusca* e híbridas para a elaboração de sucos em regiões tropicais brasileiras.

REFERÊNCIAS

- ASSIS, A. M. DE et al. Evolução da maturação e características físico-químicas e produtivas das videiras 'BRS Carmem' e 'Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. Volume esp., p. 493–498, 2011.
- BARCIA, M. T. et al. Phenolic composition of grape and winemaking by-products of Brazilian hybrid cultivars BRS Violeta and BRS Lorena. **Food Chemistry**, v. 159, p. 95–105, 2014.
- BARROS, L. B. et al. Thermal requirement and phenology of different cultivars of *Vitis labrusca* on different rootstocks. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 2433–2442, 2015.
- BORGES, R. DE S. et al. Produção e qualidade de frutos de clones de videira "Concord" sobre diferentes porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 2, p. 198–204, 2014a.
- BORGES, R. DE S. et al. Ciclo de produção e demanda térmica de clones da videira 'Concord' sobre diferentes porta-enxertos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, n. 4, p. 884–891, 2014b.
- BRIGHENTI, A. F. et al. Desponte dos ramos da videira e seu efeito na qualidade dos frutos de 'Merlot' sobre os porta-enxertos 'Paulsen 1103' e 'Couderc 3309'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 19–26, 2010.
- BURIN, V. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant activity of *Vitis vinifera* and *Vitis labrusca* grapes: Evaluation of different extraction methods. **Microchemical Journal**, v. 114, p. 155–163, 2014.
- CAMARGO, U. A. 'Isabel Precoce': alternativa para a vitivinicultura brasileira. **Comunicado Técnico [da] Embrapa Uva e Vinho**, v. 1, n. 54, p. 1–6, 2004.
- CAMARGO, U. A. et al. Grapevine performance and production strategies in tropical climates. **Asian Journal of Food and Agro-Industry**, v. 5, n. 4, p. 257–269, 2012.
- CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G. BRS Cora. Nova cultivar de uva para suco, adaptada a climas tropicais. **Comunicado Técnico [da] Embrapa Uva e Vinho**, n. 53, p. 1–7, 2004.
- CAMARGO, U. A.; MAIA, J. D. G.; RITSCHER, P. S. BRS Carmem. Nova cultivar de uva tardia para suco. **Comunicado Técnico [da] Embrapa Uva e Vinho**, v. 1, n. 84, p. 1–8, 2008.
- CONDE, C. et al. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. **Food**, v. 1, n. 1, p. 1–22, 2007.

DIAS, F. A. N. et al. Videira 'Syrah' sobre diferentes porta-enxertos em ciclo de inverno no sul de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 2, p. 208–215, 2012.

GARRIDO, J.; BORGES, F. Wine and grape polyphenols - A chemical perspective. **Food Research International**, v. 54, n. 2, p. 1844–1858, 2013.

HERNANDES, J. L. et al. Fenologia e produção de cultivares americanas e híbridas de uvas para vinho, em Jundiaí-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 1, p. 135–142, 2010.

HERNANDES, J. L. et al. Comportamento produtivo da videira 'Niágara Rosada' em diferentes sistemas de condução, com e sem cobertura plástica, durante as safras de inverno e de verão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 1, p. 123–130, 2013.

IBRAVIN. **Pesquisa mapeia hábitos de consumo do suco de uva 100%**. Disponível em: <<http://www.ibravin.org.br/noticias/245.php>>. Acesso em: 9 mai. 2016.

IEA - INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. **Estatísticas da produção paulista**. Disponível em: <<http://www.iea.sp.gov.br/out/index.php>>. Acesso em: 29 jan. 2017.

LAGO-VANZELA, E. S. et al. Phenolic composition of the edible parts (flesh and skin) of Bordô grape (*Vitis labrusca*) using HPLC-DAD-ESI-MS/MS. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 59, n. 24, p. 13136–13146, 2011.

LAGO-VANZELA, E. S. et al. Aging of red wines made from hybrid grape cv. BRS Violeta: Effects of accelerated aging conditions on phenolic composition, color and antioxidant activity. **Food Research International**, v. 56, p. 182–189, 2014.

LEÃO, P. C. S.; BRANDÃO, E. O.; GONÇALVES, N. P. S. Produção e qualidade de uvas de mesa 'Sugraone' sobre diferentes porta-enxertos no Submédio do Vale do São Francisco. **Ciência Rural**, v. 41, n. 9, p. 1526–1531, 2011.

LIMA, M. S. et al. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juices produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. **Food Chemistry**, v. 161, p. 94–103, 2014.

LOUREIRO, M. D. et al. Influence of rootstock on the performance of the Albarín Negro minority grapevine cultivar. **Scientia Horticulturae**, v. 201, p. 145–152, 2016.

MOTA, R. V. et al. Produtividade e composição físico-química de bagas de cultivares de uva em distintos porta-enxertos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 6, p. 576–582, 2009.

NEIS, S. et al. Caracterização fenológica e requerimento térmico para a videira Niagara Rosada em diferentes épocas de poda no sudoeste Goiano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 32, n. 3, p. 931–937, 2010.

NUNES, N. A. S.; LEITE, A. V.; CASTRO, C. C. Phenology, reproductive biology and growing degree days of the grapevine 'Isabel' (*Vitis labrusca*, Vitaceae) cultivated in northeastern Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 76, n. 4, p. 975–982, 2016.

ORLANDO, T. G. S. et al. Comportamento das cultivares Cabernet Sauvignon e Syrah em diferentes porta-enxertos. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 3, p. 749–755, 2008.

PEDRO JÚNIOR, M. J. et al. Curva de maturação e estimativa do teor de sólidos solúveis e acidez total em função de graus-dia: Uva IAC 138-22 'Máximo'. **Bragantia**, v. 73, n. 1, p. 81–85, 2014.

PEDRO JÚNIOR, M. J.; SENTELHAS, P. C. Clima e produção. In: POMMER, C. V. (Ed.). **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre - RS: [s.n.]. p. 63–107.

PEREIRA, G. E. et al. Avaliação do potencial de cinco cultivares de videiras americanas para sucos de uva no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 5, p. 1531–1537, 2008.

PEZZOPANE, J. R. M. et al. Exigência térmica do café arábica cv. Mundo Vovo no subperíodo florescimento-colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 6, p. 1781–1786, 2008.

REBELLO, L. P. G. et al. Phenolic composition of the berry parts of hybrid grape cultivar BRS Violeta (BRS Rubra × IAC 1398-21) using HPLC-DAD-ESI-MS/MS. **Food Research International**, v. 54, n. 1, p. 354–366, 2013.

RIBEIRO, T. P.; LIMA, M. A. C. DE; ALVES, R. E. Maturação e qualidade de uvas para suco em condições tropicais, nos primeiros ciclos de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 8, p. 1057–1065, 2012.

ROBERTO, S. R. et al. Caracterização da fenologia e exigência térmica (graus-dias) para a uva 'Cabernet Sauvignon' em zona subtropical. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 1, p. 183–187, 2005.

SANTOS, A. O. et al. Composição da produção e qualidade da uva em videira cultivada sob dupla poda e regime microclimático estacional contrastante. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 4, p. 1135–1154, 2011.

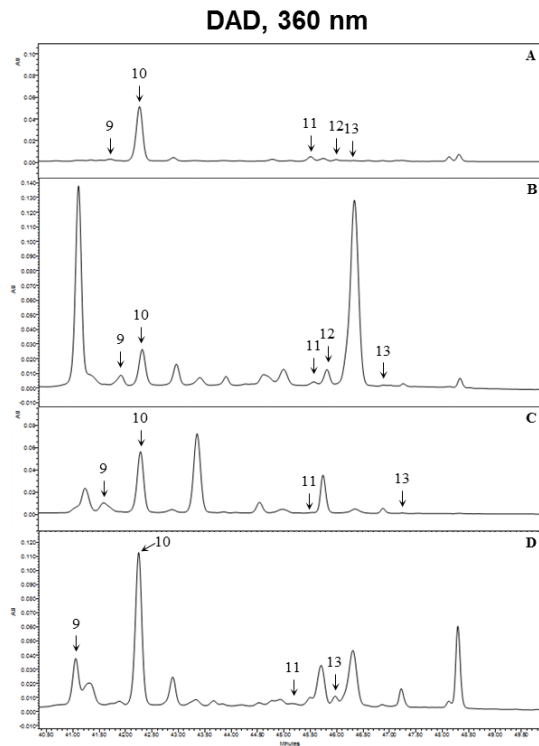
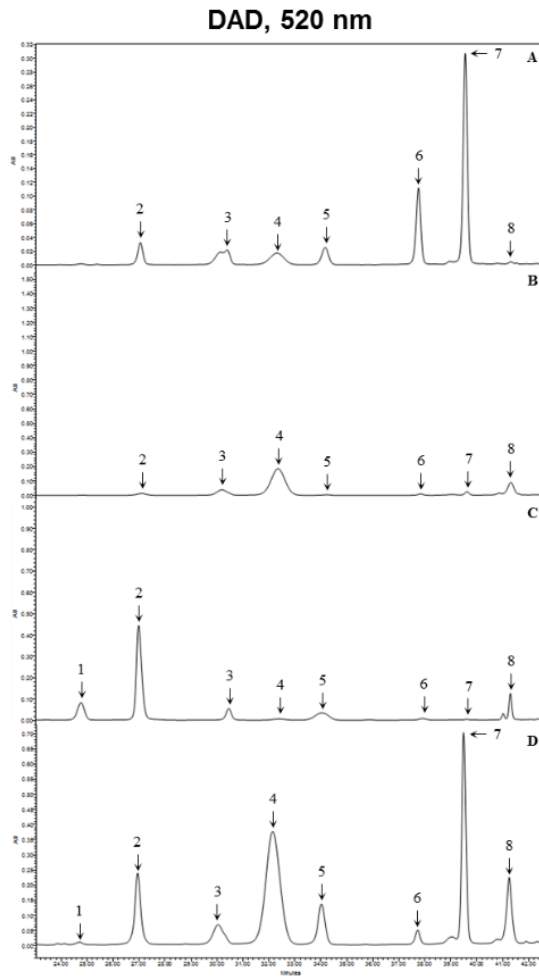
SOUZA, J. S. I.; MARTINS, F. P. **Viticultura brasileira: principais variedades e suas características**. Piracicaba: FEALQ, 2002.

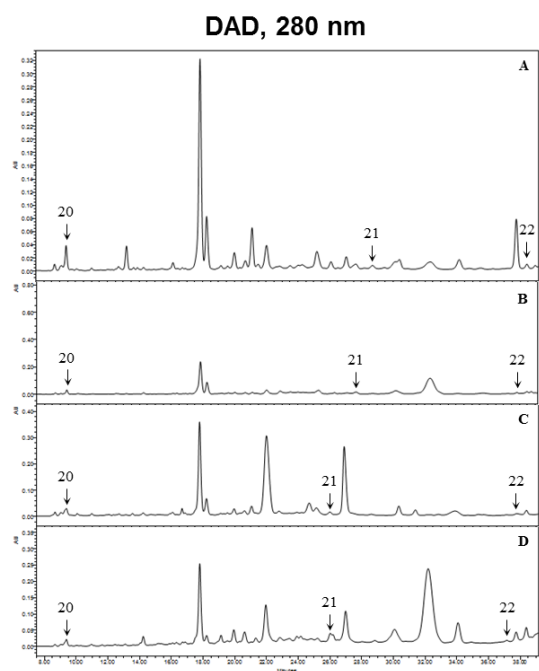
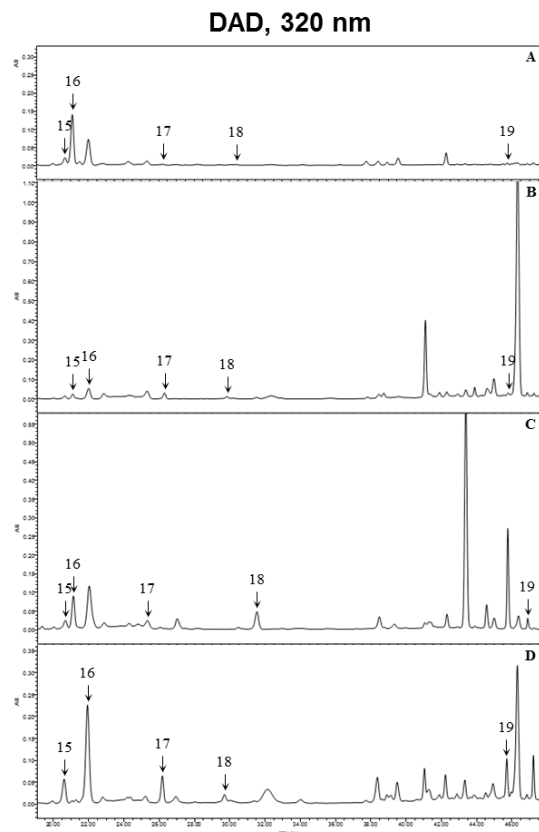
TECCHIO, M. A. et al. Teores foliares de nutrientes, índice relativo de clorofila e teores de nitrato e de potássio na seiva do pecíolo na videira 'Niagara Rosada'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, n. 2, p. 649–659, 2011.

TECCHIO, M. A. et al. Influence of rootstocks and pruning times on yield and on nutrient content and extraction in 'Niagara Rosada' grapevine. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 5, p. 340–348, 2014.

XIA, E. Q. et al. Biological activities of polyphenols from grapes. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 11, p. 622–646, 2010.

APÊNDICE A – Perfil cromatográfico de antocianinas (DAD, 520 nm), flavonóis (DAD, 360 nm), ácidos fenólicos e estilbeno (DAD, 320 nm) e flavanóis (DAD, 280 nm) de sucos de uva Isabel Precoce (A), BRS Carmem (B), BRS Cora (C) e IAC 138-22 Máximo (D).





Nomenclatura dos picos: 1 - cianidina 3,5-diglc, 2 - delphinidina 3-glc, 3 - cianidina 3-glc, 4 - malvidina 3,5-diglc, 5 - pelargonidina 3-glc, 6 - peonidina 3-glc, 7 - malvidina 3-glc, 8 - petunidina 3-glc, 9 - rutina, 10 - isoquercetina, 11 - caempferol, 12 - isorhamnetina, 13 - miricetina, 14 - quercetina, 15 - ácido clorogênico, 16 - ácido cafeico, 17 - ácido *p*-cumárico, 18 - ácido cinâmico, 19 - *trans*-resveratrol, 20 - ácido gálico, 21 - (-)-epigallocatequina galato, 22 - (-)-epicatequina galato.

ANEXO A – Estádios fenológicos da videira de acordo com a escala de Eichhorn e Lorenz (1977), modificado por Coombe (1995).

