



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**



**Qualidade e potencial antioxidante das uvas ‘Isabel Precoce’ e ‘BRS Cora’ em função de sistemas de condução, porta-enxertos e safras, em condições tropicais**

**RAYSSA RIBEIRO DA COSTA**

**Areia, PB**  
**2019**

**RAYSSA RIBEIRO DA COSTA**

**Qualidade e potencial antioxidante das uvas ‘Isabel Precoce’ e ‘BRS Cora’ em função de sistemas de condução, porta-enxertos e safras, em condições tropicais**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do título de doutora em Agronomia.

**ORIENTADORA:** Dra. Maria Auxiliadora Coêlho de Lima

**Areia, PB**

**2019**

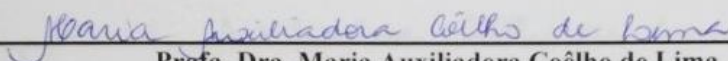
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

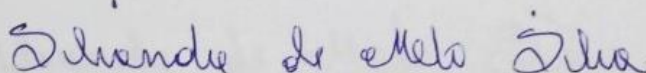
Qualidade e potencial antioxidante das uvas 'Isabel Precoce' e 'BRS Cora' em função de sistemas de condução, porta-enxertos e safras, em condições tropicais

**Autora: Rayssa Ribeiro da Costa**

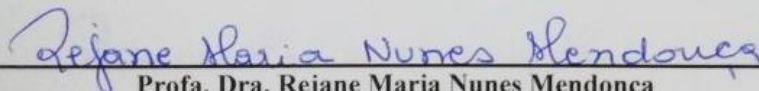
Aprovada como parte das exigências para obtenção do título de DOUTORA em AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão examinadora:



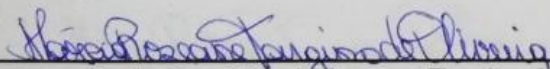
**Profa. Dra. Maria Auxiliadora Coêlho de Lima**  
Orientadora - PPGA/UFPB/Embrapa Semiárido



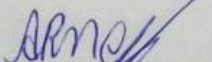
**Profa. Dra. Silvana de Melo Silva**  
Avaliadora interna - PPGA/CCA/UFPB



**Profa. Dra. Rejane Maria Nunes Mendonça**  
Avaliadora interna - PPGA/CCA/UFPB



**Profa. Dra. Márcia Roseane Targino de Oliveira**  
Avaliadora externa - PPCS/CCA/UFPB



**Dr. Agnaldo Rodrigues de Melo Chaves**  
Avaliador externo - Embrapa Semiárido

Data de realização: 20 de fevereiro de 2019

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

C837q Costa, Rayssa Ribeiro da.

Qualidade e potencial antioxidante das uvas Isabel  
Precoce e BRS Cora em função de sistemas de condução,  
porta-enxertos e safras, em condições tropicais /  
Rayssa Ribeiro da Costa. - Areia, 2019.  
159 f.

Orientação: Maria Auxiliadora Coêlho de Lima.  
Tese (Doutorado) - UFPB/CCA.

1. Vitis labrusca L. 2. compostos fenólicos. 3.  
vitivinicultura tropical. 4. análise de componentes  
principais. I. Lima, Maria Auxiliadora Coêlho de. II.  
Título.

UFPB/CCA-AREIA

Ofereço ao Digníssimo,  
Onipotente e Soberano Deus.  
A Ele toda honra, glória e louvor  
por tudo o que tenho em minha vida.

À minha mãe, pelo estímulo, amor e compreensão.

Aos meus avós, Edésio e Silvinha, pelo amor e exemplo de vida.

A José Alberto por me fazer enxergar que na vida só se vence através da determinação e da fé em Deus.

**Dedico.**

“É preciso força pra sonhar e perceber  
que a estrada vai além do que se vê!”

**Los Hermanos**

## AGRADECIMENTOS

"A cada vitória, o reconhecimento devido ao meu Deus, pois só Ele é digno de toda honra, glória e louvor"

Agradeço ao Soberano Deus, O qual é o verdadeiro merecedor de todos os méritos alcançados por mim, pois Este compreendeu meus anseios e com imensa bondade me deu a necessária coragem para que eu pudesse atingir os meus objetivos.

À minha família, pelo amor, pela paciência e pelo apoio que me deram em todos os momentos de minha vida. Agradeço eternamente a minha querida mãe, Silvana Ribeiro da Costa, que com grande afincamento me ensinou a lutar pelos meus sonhos e que, sem medir esforços, me deu a mão para me ajudar a caminhar nos momentos mais difíceis da vida.

A José Alberto e sua família que, independente da distância física, sempre cuidaram de mim, me dando apoio, amor e me fazendo lembrar que Deus sempre esteve ao meu lado providenciando tudo em minha vida.

Às minhas amigas de sempre, Ana Rakel Soares Dantas e a Larissa Dias Tavares, por toda amizade, companheirismo e cumplicidade.

A Aline Batista e Talita Oliveira, pelo apoio e amizade.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia (PPGA) da Universidade Federal da Paraíba, incluindo os professores e demais funcionários, pela oportunidade a mim concedida de poder aprender mais e obter o título de doutora em Agronomia.

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

À minha orientadora, Dra. Maria Auxiliadora Coêlho de Lima, por todo apoio, confiança e compreensão, e por ser um exemplo de dedicação, profissionalismo e competência em tudo o que faz.

À Embrapa Semiárido, pela disponibilização do Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita para execução de análise para o desenvolvimento dos experimentos e pelo suporte material e técnico ao trabalho.

Aos funcionários da Embrapa Semiárido, Danielly e Joviniado, pela ajuda nas análises, incentivo e amizade.

Aos bolsistas e amigos do Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita da Embrapa Semiárido. Preferi não citar nomes para que eu não cometesse a injustiça de deixar de citar algum nome importante, entretanto agradeço imensamente a todos, não apenas pela ajuda na execução de análises, mas também pelo apoio e incentivo.

Enfim, agradeço a todos que fazem parte da minha vida, por acreditarem na minha pessoa, nas minhas ideias, nos meus devaneios, principalmente quando nem eu mais acreditava.

Sem vocês, nada disso seria possível.



## RESUMO

COSTA, R. R. **Qualidade e potencial antioxidante das uvas ‘Isabel Precoce’ e ‘BRS Cora’ em função de sistemas de condução, porta-enxertos e safras, em condições tropicais.** 2019. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Federal da Paraíba (UFPB) - Centro de Ciências Agrárias, Areia-PB, 2019.

Na vitivinicultura tropical, as temperaturas mínimas anuais não são suficientes para a indução de dormência, favorecendo a obtenção de duas ou mais safras programadas por ano, em mesmo parreiral. Atualmente, o principal polo de produção tropical de suco de uvas no Brasil é o Submédio do Vale do São Francisco, tendo como base as cultivares Isabel Precoce, BRS Cora, BRS Violeta e BRS Magna. Além das condições climáticas em cada época de produção, o sistema de produção também pode afetar a qualidade e composição fenólica das uvas em função da arquitetura do dossel em cada sistema de condução e da interação copa-porta-enxerto. Assim, o estudo teve o objetivo de caracterizar a qualidade e o potencial antioxidante das uvas ‘Isabel Precoce’ e ‘BRS Cora’ em diferentes sistemas de condução e porta-enxertos, em quatro safras consecutivas. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em parcelas sub-subdivididas no tempo, com quatro repetições. Foram estudados três sistemas de condução e dois porta-enxertos, em ciclos do primeiro e segundo semestres de 2017 e 2018. Por ocasião da colheita, foram avaliados: massa do cacho e da baga; teor de sólidos solúveis; açúcares solúveis; acidez titulável; resistência da baga à força de compressão; atributos de cor da casca L, a\* e b\*; teores de antocianinas e flavonoides amarelos na casca; teor de polifenóis extraíveis totais na casca e polpa; atividade antioxidante, pelos métodos de captura dos radicais livres ABTS<sup>•+</sup> e DPPH<sup>•</sup>. Sistemas de condução que possibilitam maior interceptação de radiação solar, como lira e latada, e porta-enxertos de menor vigor, que propiciam maior abertura da copa e conseqüente interceptação de radiação solar, induziram aumento na massa e no teor de açúcares das bagas, assim como contribuíram para a síntese de compostos fenólicos. Alguns dos componentes de qualidade e composição da uva apresentaram variações, mesmo com fatores climáticos, sistema de condução, porta-enxerto e carga genética da cultivar similares, indicando que outros elementos podem influenciá-los. Logo, a escolha do sistema de condução e porta-enxerto deve considerar a estabilidade de compostos químicos de importância comercial nos ciclos de mesma época do ano, a fim de permitir qualidade previsível da uva e de seus derivados ao longo das safras.

**Palavras-chave:** *Vitis labrusca* L., compostos fenólicos, vitivinicultura tropical, análise de componentes principais.

## ABSTRACT

COSTA, R. R. **Quality and antioxidant potential of 'Isabel Precoce' and 'BRS Cora' grapes as a function of trellis systems, rootstocks and seasons, under tropical conditions.** 2019. Thesis (PhD in Agronomy) Federal University of Paraíba (UFPB) - Agricultural Sciences Center, Areia-PB, 2019.

In tropical vitiviniculture, annual minimum temperatures are not enough to induce the dormancy, favoring two or more scheduled crops per year, in the same vineyard. Currently, the main region of tropical grape juice production in Brazil is the Submiddle of São Francisco Valley, based on the cultivars Isabel Precoce, BRS Cora, BRS Violeta and BRS Magna. In addition to the climatic conditions in each production season, the production system can also affect the quality and phenolic composition of the grapes, depending on the architecture of the canopy in each trellis system and the scion-rootstock interaction. Thus, the study had the aim of characterizing the quality and antioxidant potential of 'Isabel Precoce' and 'BRS Cora' grapes in different trellis systems and rootstocks, in four consecutive seasons. The experimental design was in randomized blocks, in sub-subplots through time, with four replications. Three trellis systems and two rootstocks were studied in cycles of the first and second semesters of 2017 and 2018. At harvest, bunch mass; berry mass; soluble solids content; soluble sugars; titratable acidity; resistance of the berry to the compression force; color attributes of skin L, a\* and b\*; anthocyanin and yellow flavonoid content in the skin; content of total extractable polyphenols in skin and pulp; antioxidant activity by the free radical capture methods ABTS<sup>•+</sup> e DPPH<sup>•</sup> were evaluated. Trellis systems that allow greater interception of solar radiation, such as lyre and overhead trellis system, and less vigorous rootstocks, which provide greater opening of the canopy and consequent interception of solar radiation, have induced an increase in berry mass and soluble sugar content, as they contributed to the synthesis of phenolic compounds. Some components of grape quality and composition showed variations, even with climatic factors, trellis system, rootstock and the same genetic characteristics of the scion, indicating that other elements may influence them. Therefore, the choice of the trellis system and rootstock should consider the stability of the chemical compounds of commercial importance in the cycles of the same period of the year, in order to allow predictable quality of the grape and its derivatives throughout harvests.

**Key words:** *Vitis labrusca* L., phenolic compounds, tropical vitiviniculture, principal component analysis.

## LISTA DE FIGURAS

### **Capítulo II - Sistemas de condução, porta-enxertos e condições climáticas influenciam a qualidade e a atividade antioxidante de uvas ‘BRS Cora’**

**Figura 1.** Análise de componentes principais das variáveis determinantes da qualidade e do potencial antioxidante de uvas ‘BRS Cora’, sob influência de ciclos de produção do primeiro semestre do ano, sistemas de condução e porta-enxertos, no Submédio do Vale do São Francisco..... 68

### **Capítulo III – Sistemas de condução, porta-enxertos e condições climáticas influenciam a qualidade e a atividade antioxidante de uvas ‘BRS Cora’**

**Figura 1.** Análise de componentes principais das variáveis determinantes da qualidade e do potencial antioxidante de uvas ‘BRS Cora’, sob influência de sistemas de condução, porta-enxertos e ciclos de produção do segundo semestre do ano, na região do Submédio do Vale do São Francisco..... 95

### **Capítulo IV – Sazonalidade, sistema de condução e porta-enxertos influenciam a qualidade e o potencial antioxidante das uvas ‘Isabel Precoce’ em safras do primeiro semestre em região tropical**

**Figura 1.** Análise de componentes principais das variáveis determinantes da qualidade e do potencial antioxidante de uvas ‘Isabel Precoce’, sob influência de sistemas de condução, porta-enxertos e ciclos produtivos do primeiro semestre do ano, na região do submédio do Vale do São Francisco..... 129

### **Capítulo V – Qualidade e atividade antioxidante de uvas ‘Isabel Precoce’ sob diferentes sistemas de condução e porta-enxertos em região semiárida tropical: safras do segundo semestre**

**Figura 1.** Análise de componentes principais das variáveis determinantes da qualidade e do potencial antioxidante de uvas ‘Isabel Precoce’, sob influência de sistemas de condução, porta-enxertos e ciclos de produção do segundo semestre do ano, na região do Submédio do Vale do São Francisco..... 151

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo II - Sistemas de condução, porta-enxertos e condições climáticas influenciam a qualidade e a atividade antioxidante de uvas 'BRS Cora'

<b>Tabela 1.</b> Dados meteorológicos mensais do Campo Experimental de Bebedouro/Embrapa Semiárido, durante os ciclos de produção do primeiro semestre do ano, referentes ao período de 16 de janeiro a 27 de abril de 2017 e de 25 de janeiro a 18 de maio de 2018, em que foi estudada a qualidade das bagas de videiras 'BRS Cora' sob influência de diferentes sistemas de condução e porta-enxertos.....	65
<b>Tabela 2.</b> Massa do cacho, resistência da baga à força de compressão e acidez titulável de uvas 'BRS Cora' colhidas de plantas conduzidas sob diferentes sistemas de condução, na região do Submédio do Vale do São Francisco.....	65
<b>Tabela 3.</b> Massa do cacho, resistência da baga à força de compressão, acidez titulável e luminosidade (L) da casca de uvas 'BRS Cora' sob influência de ciclos produtivos do primeiro semestre do ano, na região do Submédio do Vale do São Francisco.....	66
<b>Tabela 4.</b> Massa da baga de uvas 'BRS Cora' colhidas de plantas conduzidas sob diferentes porta-enxertos, nas condições do Submédio do Vale do São Francisco.....	66
<b>Tabela 5.</b> Massa da baga, teor de sólidos solúveis e de açúcares solúveis totais de uvas 'BRS Cora' cultivadas sob três sistemas de condução em dois ciclos de produção, na região do Submédio do Vale do São Francisco.....	66
<b>Tabela 6.</b> Valores médios e desvios padrão dos atributos de cor da casca a* e b* e atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical livre DPPH•, de uvas 'BRS Cora' sob influência de diferentes sistemas de condução, porta-enxertos e ciclos produtivos, nas condições do Submédio do Vale do São Francisco.....	67
<b>Tabela 7.</b> Teores de flavonoides amarelos, de antocianinas totais, de polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical livre ABTS•+, de uvas 'BRS Cora', sob influência de ciclos de produção, sistemas de condução e porta-enxertos, no Submédio do Vale do São Francisco.....	68
<b>Tabela 8.</b> Coeficientes de correlação de Pearson das variáveis massa do cacho (MC), massa da baga (MB), teor de sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais (AST), acidez titulável (AT), resistência da baga à força de compressão (COMP), flavonoides amarelos na casca (FLAV), antocianinas totais na casca (ANT), polifenóis extraíveis totais (PET), atividade antioxidante determinada pelos métodos de captura dos radicais livres ABTS•+ e DPPH•, e os atributos de cor da casca luminosidade (L), a* e b* de uvas 'BRS Cora' sob influência de sistemas de condução, porta-enxertos e ciclos de produção, na região do Submédio do Vale do São Francisco.....	70

### **Capítulo III – Sistemas de condução, porta-enxertos e condições climáticas influenciam a qualidade e a atividade antioxidante de uvas ‘BRS Cora’**

**Tabela 1.** Dados meteorológicos mensais do Campo Experimental de Bebedouro/Embrapa Semiárido, durante os ciclos de produção de 04 de julho a 25 de outubro de 2017 e de 25 de junho a 09 de outubro de 2018, referentes ao segundo semestre de produção, em que foi estudada a qualidade pós-colheita das bagas de videiras ‘BRS Cora’ sob influência de diferentes sistemas de condução e porta-enxertos..... 97

**Tabela 2.** Valores médios e desvios padrão das variáveis massa do cacho, massa da baba, resistência da baba à força de compressão, atributo de cor da casca  $b^*$ , teor de polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical DPPH<sup>•</sup>, de uvas ‘BRS Cora’, sob influência de sistemas de condução, porta-enxertos e ciclos de produção, na região do Submédio do Vale do São Francisco..... 98

**Tabela 3.** Atributo de cor luminosidade (L) da casca de uvas ‘BRS Cora’, em três sistemas de condução, na região do Submédio do Vale do São Francisco..... 99

**Tabela 4.** Atributos de cor luminosidade (L) e  $a^*$  da casca de uvas ‘BRS Cora’, em dois diferentes ciclos produtivos, na região do Submédio do Vale do São Francisco..... 99

**Tabela 5.** Teor de sólidos solúveis, teor de açúcares solúveis totais, acidez titulável e atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical ABTS<sup>•+</sup>, de uvas ‘BRS Cora’ cultivadas sob três sistemas de condução, em dois ciclos de produção, na região do Submédio do Vale do São Francisco..... 99

**Tabela 6.** Acidez titulável e atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical ABTS<sup>•+</sup>, de uvas ‘BRS Cora’ cultivadas sob dois diferentes porta-enxertos, em dois ciclos de produção, na região do Submédio do Vale do São Francisco..... 100

**Tabela 7.** Teor de flavonoides amarelos e antocianinas totais da casca de uvas ‘BRS Cora’, sob influência de ciclos de produção, sistemas de condução e porta-enxertos, na região do Submédio do Vale do São Francisco..... 100

**Tabela 8.** Atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical ABTS<sup>•+</sup>, em  $\mu\text{M}$  trolox  $\text{g}^{-1}$ , de uvas ‘BRS Cora’ cultivadas sob diferentes sistemas de condução e porta-enxertos, na região do Submédio do Vale do São Francisco..... 101

### **Capítulo IV – Sazonalidade, sistema de condução e porta-enxertos influenciam a qualidade e o potencial antioxidante das uvas ‘Isabel Precoce’ em safras do primeiro semestre em região tropical**

**Tabela 1.** Dados meteorológicos mensais do Campo Experimental de Bebedouro/Embrapa Semiárido, durante os ciclos produtivos de janeiro a maio de 2017 e de janeiro a maio de 2018, em que foram estudadas a qualidade pós-colheita das bagas de videiras ‘Isabel Precoce’ sob influência de diferentes sistemas de condução e porta-enxertos..... 126

**Tabela 2.** Massa do cacho, resistência da baba à força de compressão e atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical

ABTS <sup>•+</sup> , de uvas ‘Isabel Precoce’ cultivadas sob três sistemas de condução, em dois ciclos produtivos do primeiro semestre do ano, na região do submédio do Vale do São Francisco.....	126
<b>Tabela 3.</b> Massa do cacho, massa da baga, teor de açúcares solúveis totais, acidez titulável e atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical ABTS <sup>•+</sup> , de uvas ‘Isabel Precoce’ cultivadas sob dois diferentes porta-enxertos, em dois ciclos produtivos do primeiro semestre do ano, na região do submédio do Vale do São Francisco.....	127
<b>Tabela 4.</b> Massa da baga, teor de sólidos solúveis e acidez titulável de uvas ‘Isabel Precoce’, em três sistemas de condução, na região do submédio do Vale do São Francisco.....	127
<b>Tabela 5.</b> Valores médios e desvios-padrão dos atributos de cor luminosidade (L), a* e b*, teor de flavonoides amarelos, teor de antocianinas totais, teor de polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical DPPH <sup>•</sup> , de uvas ‘Isabel Precoce’, sob influência de sistemas de condução, porta-enxertos e ciclos produtivos do primeiro semestre do ano, na região do submédio do Vale do São Francisco.....	128
<b>Tabela 6.</b> Teor de sólidos solúveis de uvas ‘Isabel Precoce’ em dois porta-enxertos, na região do submédio do Vale do São Francisco.....	129
<b>Tabela 7.</b> Atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical ABTS <sup>•+</sup> , em $\mu\text{M}$ trolox $\text{g}^{-1}$ , de uvas ‘Isabel Precoce’ cultivadas sob diferentes sistemas de condução e porta-enxertos, na região do submédio do Vale do São Francisco.....	129
<b>Tabela 8.</b> Coeficientes de correlação de Pearson das variáveis massa do cacho (MC), massa da baga (MB), teor de sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais (AST), acidez titulável (AT), resistência da baga à força de compressão (COMP), flavonoides amarelos na casca (FLAV), antocianinas totais na casca (ANT), polifenóis extraíveis totais (PET), atividade antioxidante determinada pelos métodos de captura dos radicais livres ABTS <sup>•+</sup> e DPPH <sup>•</sup> , e os atributos de cor da casca luminosidade (L), a* e b* de uvas ‘Isabel Precoce’ sob influência de sistemas de condução, porta-enxertos e ciclos produtivos, na região do submédio do Vale do São Francisco.....	131
<b>Capítulo V – Qualidade e atividade antioxidante de uvas ‘Isabel Precoce’ sob diferentes sistemas de condução e porta-enxertos em região semiárida tropical: safras do segundo semestre</b>	
<b>Tabela 1.</b> Dados meteorológicos mensais do Campo Experimental de Bebedouro/Embrapa Semiárido, durante os ciclos de produção de 10 de julho a 30 outubro de 2017 e de 02 de julho a 15 de outubro de 2018, referentes ao segundo semestre do ano, em que foi estudada a qualidade das bagas de videiras ‘Isabel Precoce’ sob influência de diferentes sistemas de condução e porta-enxertos.....	137
<b>Tabela 2.</b> Valores médios e desvios-padrões das variáveis massa do cacho, atributo de cor da casca a*, teor de flavonoides amarelos, teor de antocianinas totais, teor de polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical DPPH <sup>•</sup> , de uvas ‘Isabel Precoce’, sob influência de sistemas de condução, porta-enxertos e ciclos de produção, na região do Submédio do Vale do São Francisco.....	140

<b>Tabela 3.</b> Massa da baga de uvas ‘Isabel Precoce’ cultivadas em dois porta-enxertos, na região do Submédio do Vale do São Francisco.....	141
<b>Tabela 4.</b> Massa da baga, resistência da baga à força de compressão e acidez titulável de uvas ‘Isabel Precoce’, em três sistemas de condução, na região do Submédio do Vale do São Francisco.....	142
<b>Tabela 5.</b> Massa da baga, resistência da baga à força de compressão, atributo de cor da casca luminosidade (L) e acidez titulável de uvas ‘Isabel Precoce’, em dois ciclos de produção, na região do Submédio do Vale do São Francisco.....	142
<b>Tabela 6.</b> Atributo de cor da casca b* e teor de açúcares solúveis totais de uvas ‘Isabel Precoce’ cultivadas sob diferentes sistemas de condução e porta-enxertos, na região do Submédio do Vale do São Francisco.....	144
<b>Tabela 7.</b> Teor de sólidos solúveis, em °Brix, de uvas ‘Isabel Precoce’, sob influência de ciclos de produção, sistemas de condução e porta-enxertos, na região do Submédio do Vale do São Francisco.....	146
<b>Tabela 8.</b> Teor de açúcares solúveis totais e atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical ABTS <sup>•+</sup> , de uvas ‘Isabel Precoce’ cultivadas sob três sistemas de condução, em dois ciclos de produção, na região do Submédio do Vale do São Francisco.....	146
<b>Tabela 9.</b> Atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical ABTS <sup>•+</sup> , em µM trolox g <sup>-1</sup> , de uvas ‘Isabel Precoce’ cultivadas sob dois diferentes porta-enxertos, em dois ciclos de produção, na região do Submédio do Vale do São Francisco.....	150
<b>Tabela 10.</b> Coeficientes de correlação de Pearson das variáveis massa do cacho (MC), massa da baga (MB), teor de sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais (AST), acidez titulável (AT), resistência da baga à força de compressão (COMP), flavonoides amarelos na casca (FLAV), antocianinas totais na casca (ANT), polifenóis extraíveis totais (PET), atividade antioxidante determinada pelos métodos de captura dos radicais livres ABTS <sup>•+</sup> e DPPH <sup>•</sup> , e os atributos de cor da casca luminosidade (L), a* e b* de uvas ‘Isabel Precoce’ sob influência de sistemas de condução, porta-enxertos e ciclos de produção, na região do Submédio do Vale do São Francisco.....	154

## SUMÁRIO

<b>Capítulo I – Introdução geral e referencial teórico.....</b>	19
1. Introdução geral.....	20
2. Referencial Teórico.....	22
2.1. Vitivinicultura tropical brasileira.....	22
2.2. Produção de uvas para elaboração de suco no Submédio do Vale do São Francisco.....	24
2.3. Cultivares de uva para suco no Submédio do Vale do São Francisco.....	25
2.3.1. ‘Isabel Precoce’.....	25
2.3.2. ‘BRS Cora’.....	26
2.4. Manejo do vinhedo.....	26
2.4.1. Utilização de sistemas de condução na vitivinicultura.....	27
2.4.2. Utilização de porta-enxertos na vitivinicultura.....	30
2.5. Caracterização da qualidade pós-colheita de uvas de suco.....	31
2.6. Composição fenólica e capacidade antioxidante de uvas de suco.....	33
3. Referências.....	35
<b>Capítulo II - Sistemas de condução, porta-enxertos e condições climáticas influenciam a qualidade e a atividade antioxidante de uvas ‘BRS Cora’.....</b>	45
Capa de apresentação.....	46
Resumo.....	47
Introdução.....	47
Material e métodos.....	48
Caracterização do experimento e delineamento experimental.....	48
Análises das variáveis de qualidade, composição fenólica e atividade antioxidante.....	49
Análise de dados.....	50
Resultados.....	50
Discussão.....	56
Referências.....	61
<b>Capítulo III – Sistemas de condução, porta-enxertos e condições climáticas influenciam a qualidade e a atividade antioxidante de uvas ‘BRS Cora’.....</b>	72
Capa de apresentação.....	73
Resumo.....	74
Introdução.....	75
Material e Métodos.....	76
Características da área experimental.....	76
Tratamentos e desenho experimental.....	76
Análises de componentes de qualidade.....	77
Análises dos teores dos compostos fenólicos e da atividade antioxidante.....	78
Análise de dados.....	79
Resultados e Discussão.....	80
Componentes de qualidade.....	80



Compostos fenólicos e atividade antioxidante.....	85
Análise de Componentes Principais (PCA).....	90
Conclusão.....	91
Referências.....	91
<b>Capítulo IV – Sazonalidade, sistema de condução e porta-enxertos influenciam a qualidade e o potencial antioxidante das uvas ‘Isabel Precoce’ em safras do primeiro semestre em região tropical.....</b>	<b>102</b>
Capa de apresentação.....	103
Resumo.....	104
Introdução.....	105
Material e Métodos.....	106
Características da área experimental.....	106
Tratamentos e delineamento experimental.....	106
Análises de componentes de qualidade, compostos fenólicos e atividade antioxidante.....	107
Massa do cacho.....	107
Massa da baga.....	107
Resistência da baga à força de compressão.....	107
Atributos de cor luminosidade (L), a* e b*.....	107
Acidez titulável.....	107
Teor de sólidos solúveis.....	108
Teor de açúcares solúveis totais.....	108
Teor de flavonoides amarelos e de antocianinas totais da casca da uva.....	108
Teor de polifenóis extraíveis totais na casca e polpa.....	108
Atividade antioxidante total a partir da captura do radical livre ABTS <sup>•+</sup> .....	108
Atividade antioxidante total a partir da captura do radical livre DPPH <sup>•</sup> .....	108
Análise de dados.....	108
Resultados.....	109
Componentes de qualidade.....	109
Compostos fenólicos e atividade antioxidante.....	111
Análise de Componentes Principais (ACP).....	113
Análise de correlação.....	114
Discussão.....	114
Componentes de qualidade.....	114
Compostos fenólicos e atividade antioxidante.....	117
Análise de Componentes Principais.....	119
Análise de correlação.....	120
Conclusões.....	120
Referências.....	121
<b>Capítulo V – Qualidade e atividade antioxidante de uvas ‘Isabel Precoce’ cultivadas em diferentes sistemas de condução e porta-enxertos em região semiárida tropical: safras do segundo semestre.....</b>	<b>132</b>
Capa de apresentação.....	133
Abstract.....	133
Resumo.....	134

Introdução.....	135
Material e Métodos.....	136
Resultados e Discussão.....	139
Conclusão.....	155
Referências.....	155
<b>Considerações finais.....</b>	<b>158</b>

**CAPÍTULO I**  
**Introdução Geral e Referencial Teórico**

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A vitivinicultura comercial brasileira, até o final da década de 1950, era limitada aos três estados do Sul e às regiões leste de São Paulo e sul de Minas Gerais. A partir daí, houve um amplo aumento da fronteira vitícola, com o plantio de uvas na região do Submédio do Vale do São Francisco, norte do Paraná, noroeste de São Paulo e norte de Minas Gerais (CAMARGO et al., 2011). Atualmente, o Brasil ocupa o 13º lugar na produção de uvas no mundo, com 1,4 milhões de toneladas numa área de aproximadamente 78 mil hectares (FAOSTAT, 2018; IBGE, 2018).

A região do Submédio do Vale do São Francisco está localizada entre os paralelos 8 e 10°S, no semiárido do Nordeste brasileiro, com temperatura média anual de 26,5 °C e insolação de 3.000 horas.ano<sup>-1</sup>, caracterizando-se como região de clima semiárido tropical (SOARES e LEÃO, 2009). As temperaturas mínimas provenientes de regiões tropicais normalmente não são suficientemente baixas para induzir a videira à dormência. Desta forma, a videira cresce continuamente e, com o uso de tecnologia apropriada, pode-se obter duas ou mais colheitas por ano, no mesmo vinhedo. A época de colheita pode ser programada para qualquer dia do ano. Além da região do Submédio do Vale do São Francisco, o noroeste Paulista e o norte de Minas Gerais são tidos também como polos de vitivinicultura tropical no Brasil (CAMARGO et al., 2011).

De acordo com o destino da produção, a videira pode ser cultivada para consumo *in natura* como também para elaboração de vinhos e sucos (SOARES e LEÃO, 2009). No Brasil, o segmento de elaboração de sucos utiliza principalmente variedades de uvas comuns ou americanas (*Vitis labrusca* L.) (LIMA et al., 2014), sendo, principalmente, as uvas ‘Isabel Precoce’, ‘BRS Cora’ e ‘BRS Violeta’ o alicerce do desenvolvimento dos polos de produção na região do Submédio do Vale do São Francisco e nos estados do Espírito Santo, Goiás e Mato Grosso (CAMARGO et al., 2011). Os sucos de uva na região do Submédio do Vale do São Francisco destacam-se por apresentar relevante conteúdo bioativo, alto poder antioxidante associado aos compostos fenólicos, agregando valor nutricional devido à ação antioxidante *in vivo* (NATIVIDADE et al., 2013; TOSCANO et al., 2015; PADILHA et al., 2017).

As características finais do suco de uva, por se tratar de um produto de base natural, apresentam estreita relação com a qualidade da uva utilizada como matéria-prima. Neste sentido, mesmo sabendo que o processo de elaboração de suco é de grande importância para determinar a qualidade do produto final, é de estrita importância a manutenção das características qualitativas inerentes à uva fresca (RIZZON e MENEGUZZO, 2007).

As características de qualidade do fruto estão intimamente relacionadas ao sistema de manejo da videira (MIELE e RIZZON, 2017). Em particular, em regiões tropicais com áreas de produção de uvas para suco instaladas recentemente, o manejo dado à cultura ainda não está estabelecido de forma satisfatória. A videira, por ser uma planta vigorosa e com hábito de crescimento trepador, necessita de um sistema de condução que lhe dê suporte no manejo do dossel e, assim, possa garantir uma melhor exposição de suas folhas à luminosidade, interferindo, posteriormente, na qualidade do fruto (FERRER et al., 2015).

Além da escolha certa do sistema de condução, a adaptação das cultivares às condições edafoclimáticas e a compatibilidade com o porta-enxerto são características importantes na determinação do manejo a ser utilizado. Havendo maior compatibilidade e afinidade do porta-enxerto com a cultivar copa será possível obter melhor estabilidade entre o crescimento vegetativo, produção e qualidade pós-colheita, afetando significativamente a qualidade do suco da uva (NASCIMENTO et al., 2015).

Os efeitos da alteração do microclima do vinhedo provenientes do sistema de condução e porta-enxerto adotados, em associação às variações climáticas entre os ciclos produtivos, podem afetar significativamente a produção de uvas, promovendo incremento em sua qualidade pós-colheita e em sua composição fenólica, e a elaboração de sucos (MANFROI et al., 1997; HICKEY et al., 2018). Por conseguinte, estudos que busquem avaliar a interferência dos sistemas de condução associados aos porta-enxertos nas características de produção e qualidade das mais diversas cultivares de uvas no setor de vitivinicultura do Submédio do Vale do São Francisco assumem grande importância.

O objetivo geral deste estudo foi caracterizar a qualidade e o potencial antioxidante das uvas ‘Isabel Precoce’ e ‘BRS Cora’ em diferentes sistemas de condução e porta-enxertos, em safras consecutivas do primeiro e do segundo semestre do ano.

Os objetivos específicos incluíram:

- a) Caracterizar a influência dos sistemas de condução (latada, lira e espaldeira) e dos porta-enxertos (IAC 572 e IAC 766) nas características de qualidade (massa média do cacho e da baga, teores de sólidos solúveis e açúcares solúveis totais, acidez titulável, resistência da baga à força de compressão e parâmetros de cor) das cultivares de uva ‘Isabel Precoce’ e ‘BRS Cora’, em ciclos de produção consecutivos do primeiro e do segundo semestre do ano;
- b) Quantificar o teor de polifenóis extraíveis totais, antocianinas totais e flavonoides amarelos das uvas das cultivares Isabel Precoce e BRS Cora cultivadas sob três diferentes sistemas de condução (latada, lira e espaldeira) e dois porta-enxertos (IAC

572 e IAC 766), em ciclos de produção consecutivos do primeiro e do segundo semestre do ano;

- c) Determinar a atividade antioxidante, através dos métodos de captura do radical livre ABTS<sup>•+</sup> e DPPH<sup>•</sup>, das uvas ‘Isabel Precoce’ e ‘BRS Cora’ de videiras conduzidas em três diferentes sistemas de condução (latada, lira e espaldeira) e dois porta-enxertos (IAC 572 e IAC 766), em ciclos de produção consecutivos do primeiro e do segundo semestre do ano.

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1. Vitivinicultura tropical brasileira**

A vitivinicultura tem grande importância no cenário socioeconômico e cultural de vários países. No Brasil, a origem do cultivo da videira remete ao século XVI. Contudo, a produção de uva e vinho ganhou maior espaço na agricultura brasileira apenas a partir do final do século XIX. A vitivinicultura, do ponto de vista econômico, é uma atividade de grande significância para o país, que se originou com a colonização italiana no Rio Grande do Sul a partir do ano de 1875 (ROSA e SIMÕES, 2004). O Brasil ocupa, atualmente, o 13º lugar em produção de uvas no mundo, produzindo 1,4 milhões de toneladas numa área de aproximadamente 78 mil hectares (FAOSTAT, 2018; IBGE, 2018).

A vitivinicultura tropical brasileira foi efetivamente desenvolvida a partir da década de 1960, com o plantio de vinhedos comerciais de uva de mesa na região do Submédio do Vale do Rio São Francisco, no Nordeste semiárido brasileiro (PROTAS et al., 2002). Dentre os principais polos de vitivinicultura tropical no Brasil estão, além do Submédio do Vale do São Francisco, o noroeste Paulista e o norte de Minas Gerais. Atualmente, polos de vitivinicultura tropical tem se expandindo para outros estados, como Espírito Santo, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás, Rondônia, Ceará e Piauí (ABREU et al., 2017). Esta expansão foi dando suporte ao desenvolvimento e adoção de novas tecnologias que contribuíram para o estabelecimento da vitivinicultura como uma atividade economicamente rentável no país (EMBRAPA, 2011).

As condições edafoclimáticas da região do Submédio do Vale do São Francisco diferem de outras áreas produtoras de uvas no Brasil e de outras regiões do mundo, visto que está situada no hemisfério Sul, paralelos de 8-9° e a 350 m de altitude, numa zona de clima tropical semiárido, com temperaturas médias de 26 °C, alta intensidade de luz solar (3.000 h/ano) e baixa precipitação anual, correspondendo a cerca de 500 mm (LIMA et al., 2015).

A alta incidência de radiação solar local e, por consequência, as elevadas temperaturas, mesmo quando no inverno, impedem a dormência, acarretando o crescimento contínuo da videira. Tal comportamento, associado à irrigação, resulta em pelo menos duas colheitas durante o ano, podendo chegar até cinco colheitas em dois anos para as variedades mais precoces (CAMARGO et al., 2011; ANDRADE et al., 2013), podendo, assim, interferir na produtividade da videira. Todavia, elevadas temperaturas podem ocasionar estresse oxidativo na planta e no fruto, provocando degradação de proteínas, peroxidação de lipídios da membrana e danos no DNA (KHALIQ et al., 2016). Para combater o estresse oxidativo, os metabolitos secundários são ativados como mecanismo de defesa, desencadeando a produção de enzimas antioxidantes e acúmulo de compostos fenólicos (WANG et al., 2017), caracterizando de forma peculiar a composição da uva provinda dessa região do Brasil.

O crescimento da vitivinicultura da região do Submédio do Vale do São Francisco esteve associada ao excelente desempenho de seus vinhedos. A partir da década de 1980, começou a se firmar como sendo de grande potencial vitícola no mundo, principalmente por se tratar de uma região tropical com condições edafoclimáticas peculiares. Estas condições têm possibilitado alcançar alta produtividade anual de uvas diferenciadas quanto à qualidade e composição bioativa (SOARES e LEÃO, 2009).

Entretanto, no final de 2008, as exportações de uva de mesa do país foram reduzidas em decorrência da crise mundial e esta tendência de queda nas exportações de uva perdurou com os anos e se intensificou em 2014. Essa intensificação na queda das exportações foi relacionada com o ingresso de novos países no mercado com preços mais competitivos e os preços mais atrativos do mercado interno (SILVA et al., 2018b).

Com o cultivo de uvas de mesa se tornando mais saturado, principalmente devido à queda das exportações, houve uma redução de lucratividade, o que tornou a agroindústria uma alternativa para agregar valor a um produto de menor custo, como a uva destinada à elaboração de suco (RIBEIRO et al., 2012). Como para produção de uvas destinadas a elaboração de suco não são necessárias práticas mais tecnificadas de manejo cultural, os custos são consideravelmente reduzidos, podendo-se proporcionar uma demanda menor de investimento neste segmento (GIOVANNINI, 2005). Logo, diante deste cenário de queda de exportações da uva de mesa, o Submédio do Vale do São Francisco tem buscado expandir sua base vitícola para produção de uvas destinadas à elaboração de vinhos finos e sucos.

## **2.2. Produção de uvas para elaboração de suco no Submédio do Vale do São Francisco**

O estado do Rio Grande do Sul é responsável por 90% da oferta nacional de suco de uva. No entanto, outras regiões, como o município de Novo Mutum, Mato Grosso e a região semiárida do Submédio do Vale do São Francisco surgiram no cenário brasileiro na década atual (LEÃO et al., 2018).

Segundo Mello (2013), a comercialização de suco de uva natural e integral no Brasil, passou de 126,9 milhões de litros, em 2008, para 220 milhões de litros, em 2012. Os novos polos de produção também contribuíram para este crescimento. A área comercialmente plantada para elaboração de suco na região do Submédio do Vale do São Francisco é composta principalmente por três cultivares principais: ‘Isabel Precoce’, ‘BRS Cora’ e ‘BRS Violeta’ (CAMARGO et al., 2011; RIBEIRO et al., 2012). Além destas, a cultivar híbrida BRS Magna, obtida a partir do cruzamento entre ‘BRS Rúbea’ e ‘IAC 1398-21’ (“Traviú”), realizado em 1999 na Embrapa Uva e Vinho, e lançada em 2012, tem se destacado. A uva ‘BRS Magna’ tem como características marcantes o sabor típico de *Vitis labrusca* L. e a geração de suco de cor violácea intensa, com alto conteúdo de açúcares e baixa acidez (RITSCHER et al., 2012).

O suco de uva produzido na região do Submédio do Vale do São Francisco tem sido frequentemente citado por atributos como seu elevado teor de antocianinas, sendo valorizado pelo mercado consumidor brasileiro (LIMA et al., 2014). Esta característica pode ser resultado da interferência das condições edafoclimáticas peculiares desta região no cultivo da videira, uma vez que a relação entre a exposição solar e a temperatura do cachos de uva é importante para composição e metabolismo da baga (SPAYD et al., 2002).

As cultivares destinadas à elaboração de sucos devem apresentar algumas características relevantes, como bom rendimento em mosto, adequada relação açúcar/acidez, aroma e sabor agradáveis e bem definidos, além de boas condições de maturação e de sanidade (RIZZON e LINK, 2006). Ribeiro et al. (2012) afirmaram que as cultivares de uva BRS Cora e Isabel Precoce expressam potencial para elaboração de sucos de qualidade no Submédio do Vale do São Francisco, apresentando teor de sólidos solúveis e acidez titulável equilibrados. Padilha et al. (2017) afirmaram que cultivares de uva de suco cultivadas nesta região destacam-se por apresentar relevante conteúdo bioativo e alto poder antioxidante.



## 2.3. Cultivares de uva para suco no Submédio do Vale do São Francisco

No Brasil, o Rio Grande do Sul era tido como o principal estado produtor de suco de uva, representando cerca de 80% do total da produção, tendo as cultivares Isabel, Concord e Bordô, pertencentes à espécie *Vitis labrusca* L., como as principais uvas produzidas (TERRA et al., 2001; CAMARGO e MAIA, 2004). Contudo, mesmo sendo ainda o maior produtor de sucos de uva do Brasil, nos últimos anos, a região do Submédio do Vale do São Francisco passou a explorar o cultivo de uvas destinadas a elaboração de suco a partir das variedades ‘Isabel Precoce’, ‘BRS Cora’, ‘BRS Violeta’ (RIBEIRO et al., 2012) e mais recentemente da variedade ‘BRS Magna’ (LEÃO et al., 2018), destacando-se também neste segmento.

As uvas americanas, também conhecidas como uvas comuns, pertencentes à espécie *Vitis labrusca* L., se destinam à elaboração de sucos e têm que apresentar características específicas para este fim, como intensidade da coloração, elevado teor de açúcares e acidez equilibrada. Sabe-se que a qualidade do produto final está atrelada às peculiaridades das cultivares de uva, às condições edafoclimáticas da região produtora, às técnicas de manejo da videira, bem como às técnicas de elaboração adotadas (CAMARGO e MAIA, 2008).

### 2.3.1. ‘Isabel Precoce’

A cultivar Isabel Precoce é uma mutação somática espontânea da cultivar Isabel, sendo ambas matérias-primas básicas do suco de uva no Brasil. A ‘Isabel precoce’ possui as mesmas características de sua cultivar de origem, mas com maturação antecipada em 20 a 35 dias. Além disso, a ‘Isabel Precoce’ apresenta maior uniformidade de maturação do cacho, diferentemente da cultivar Isabel, na qual é comum a presença de bagas verdes entremeadas no cacho maduro (CAMARGO e NACHTIGAL, 2007).

A cultivar Isabel precoce foi lançada em 2003, no estado do Rio Grande do Sul, como uma alternativa para a elaboração de vinho de mesa e suco de uva. Possui uma ampla capacidade de adaptação climática, com produtividade entre 25 a 30 t.ha<sup>-1</sup> em cada safra. Seu cacho é cilindro-cônico, alado, cheio, pesando em média 110 g. Sua baga é preta, sendo essa cor mais intensa do que a da ‘Isabel’, e sua forma original apresenta em média 17,2 cm de diâmetro e 18,7 cm de comprimento. O mosto têm, em média, 18° a 20 °Brix, com acidez total titulável de 0,56% a 0,79% de ácido tartárico e pH de 3,2. A ‘Isabel Precoce’ tem sido a principal cultivar plantada em termos de área e volume de produção para elaboração de sucos no Submédio do

Vale do São Francisco (CAMARGO, 2004), se destacando por apresentar além de alta produtividade, bons atributos de qualidade (RIBEIRO et al., 2012).

### **2.3.2. ‘BRS Cora’**

A cultivar híbrida BRS Cora, oriunda do cruzamento ‘Muscat Belly A’ x ‘Seleção H. 65.9.14’ realizado em 1992 na Embrapa Uva e Vinho e lançada em 2004. Apresenta ciclo fenológico em regiões tropicais de aproximadamente 130 a 140 dias, de acordo com a época do ano, com boa adaptação a climas tropicais, sendo uma cultivar recomendada para a elaboração e enriquecimento da coloração de sucos (SOARES e LEÃO, 2009).

As plantas são mediantemente vigorosas, apresenta elevada fertilidade de gemas, com produção de dois ou mais cachos por broto. Os cachos possuem tamanho médio, em torno de 150 g, cilindro-cônicos, alados, soltos e com pedúnculo médio. Suas bagas são de tamanho médio, elípticas e largas, com coloração preto-azulada, película espessa e resistente, polpa incolor e ligeiramente firme, e sabor “aframboesado”. Em plena maturação, essa cultivar apresenta sabor agradável, típico de uva *Vitis labrusca* L., e mosto intensamente colorido. Por originar sucos de coloração intensa, pode ser utilizada no incremento da coloração de sucos deficientes nesse atributo (CAMARGO e MAIA, 2004).

Como as uvas labruscas, a ‘BRS Cora’ não é exigente em manejo, podendo ser conduzida em latada, lira ou espaldeira, adaptando-se bem à poda curta, por apresentar elevada fertilidade nas gemas basais (SOARES e LEÃO, 2009). Tem apresentado grande potencial vitivinícola na região do Submédio do Vale do São Francisco (RIBEIRO et al., 2012). As primeiras empresas produtoras de sucos em escala comercial no Vale do São Francisco tem utilizado os cortes (blends) de ‘Isabel Precoce’ 80%, devido aos teores de açúcares e acidez adequada, com ‘BRS Cora’ ou ‘BRS Violeta’ 20%, para obtenção de produtos com boa intensidade de cor.

## **2.4. Manejo do vinhedo**

A videira apresenta requerimentos em relação ao manejo do dossel e dos frutos que a diferenciam de outras plantas frutíferas, caracterizando-a como uma espécie exigente em tratamentos culturais e que requer capacitação técnica e pessoal especializado para a execução de tais atividades (SOARES e LEÃO, 2009). Consequentemente, requer manejo maior investimento comparado à maioria das culturas frutíferas e manejo rigoroso ao longo de todo o ciclo.

O solo, o clima, a cultivar adotada, o sistema de condução e as técnicas de manejo do vinhedo têm grande influência na maturação fenólica das uvas, intervindo na composição fenólica e no potencial antioxidante do produto provindo de determinada matéria-prima (MARASCHIN, 2003). Portanto, é possível melhorar a qualidade da uva por meio de várias práticas culturais, que são utilizadas com o intuito de propiciar equilíbrio entre a parte vegetativa e produtiva da planta. Neste sentido, o manejo do dossel vegetativo deve permitir maior insolação e aeração do vinhedo, favorecendo um microclima favorável ao incremento da qualidade e composição bioativa da uva (MANFROI et al., 1997; HICKEY et al., 2018).

A realização das diversas atividades de manejo do dossel está voltada para a formação da planta e ramos equilibrados e para a melhoria de qualidade dos cachos. As técnicas utilizadas e a necessidade de realização das mesmas dependem das cultivares utilizadas; da finalidade da produção, sendo as uvas para processamento não tão exigentes em relação à utilização de técnicas de manejo quanto as uvas finas de mesa; do mercado, uma vez que a necessidade de realização de determinadas técnicas está diretamente relacionada à exigência de consumidores em relação à qualidade dos frutos e preço obtido; da região de produção, visto que as condições edafoclimáticas de cada zona vitícola requerem a realização de práticas peculiares que são desnecessárias em outras condições (SOARES e LEÃO, 2009).

Outros fatores relacionados ao manejo do dossel, além do sistema de poda e desfolha, como o uso de determinado sistema de condução e porta-enxerto que propiciem microclima favorável e incidência de radiação solar adequado, têm exercido significativa influência na produtividade, qualidade e composição bioativa da uva (SPAYD et al. 2002; LIRA et al., 2017; HICKEY et al., 2018; SILVA et al., 2018a).

#### **2.4.1. Utilização de sistemas de condução na vitivinicultura**

A adoção de sistemas de tutoramento e de condução em plantas racemosas é indispensável para uma produção econômica efetiva. A videira, por ser vigorosa e com hábito de crescimento trepador, precisa de um sistema que lhe dê suporte no manejo do dossel, propiciando melhor exposição da folhagem à luminosidade (MIELE e MANDELLI, 2014). Em todo o mundo, existe uma grande variedade de sistemas de condução. Dentre os mais utilizados em várias culturas, têm-se: Alberado, Bailarina, Cassone Padavano, Cazenave, Cesta, Chablis, Cordão Treinado, Leque, Pérgola ou Latada, Treliça em T, U e V, podendo haver modificações em sua utilização (ROBINSON, 2006).

O sistema de condução pode afetar de forma significativa o crescimento vegetativo da videira e sua produtividade, bem como, a qualidade do fruto produzido. Isso pode ocorrer devido ao efeito do sistema de condução na fisiologia da parte aérea e subterrânea da videira (QUEIROZ-VOLTAN et al., 2011). Além dos benefícios na produtividade e qualidade da videira, existe uma grande demanda de informações referentes à relevância dos sistemas de condução tanto na ecofisiologia da videira (FAVERO et al., 2010; NISHIOKA e MIZUNAGA, 2011) e na redução do ataque de doenças fúngicas (BEM et al., 2015; LIU et al., 2015) quanto no incremento da composição fenólica do fruto (RAHMANI et al., 2015; XU et al., 2015).

Na vitivinicultura moderna, a escolha do sistema de condução baseia-se no conceito de utilização de cultivos intensivos e poda severa, na busca de maximizar a exploração, aumentando o rendimento e a qualidade do fruto. Os princípios básicos que diferenciam os sistemas de condução estão relacionados, sobretudo, às formas de orientação da vegetação que podem ser: vertical, horizontal, oblíqua ou retombante (REGINA et al., 1998). Logo, considerando-se a influência do sistema de condução na produtividade e qualidade tanto da videira quanto do fruto, sua escolha deve ser feita a partir do objetivo da produção, da cultivar, do solo, do clima, do tipo de colheita, do custo de instalação e manutenção, do retorno financeiro e da tradição da região do cultivo (MIELE e MANDELLI, 2014).

No Brasil, os sistemas de condução mais utilizados no cultivo de videira são espaldeira, latada, GDC (Geneva Double Courtin), manjedoura em Y e lira, sendo considerado os dois últimos, por vezes, como sendo o mesmo sistema (BEM et al., 2015). A latada é amplamente utilizada no cultivo de uvas de mesa enquanto o GDC, a espaldeira, a manjedoura em Y e a lira, em uvas destinadas à produção de suco e ao consumo *in natura* e naquelas destinadas à vinificação (MIELE e MANDELLI, 2014).

A espaldeira ou VSP (da terminologia em inglês, *vertical shoot positioning*) é um dos sistemas de condução mais utilizados na vitivinicultura dos principais países produtores do mundo. Com os ramos de produção saindo do braço da planta verticalmente para cima e tutorados por fios de arame e dossel não dividido, a espaldeira têm altura de aproximadamente 2 m e é composta por 3 fios de arame, em que o primeiro fio situa-se entre 1,0 e 1,2 m do solo; o segundo fio, a 0,35 m do primeiro; e o terceiro fio, a 0,35 m do segundo. Esse sistema de condução tem o intuito de proporcionar o máximo de exposição à luz solar e, assim, obter frutos de boa qualidade (SHARMA et al., 2018). Normalmente, o espaçamento utilizado é de 2,0 a 2,5 m, entre linhas, por 1,0 a 2 m entre plantas. Dependendo da cultivar, o total de gemas geralmente mantido no vinhedo é de 65 a 80 mil gemas.ha<sup>-1</sup>. As principais vantagens desse sistema são que, adapta-se à colheita mecânica facilmente, o dossel vegetativo e os frutos

situam-se numa área favorável às operações mecanizadas, como remoção de folhas, pulverizações dos cachos e desponta; apresenta boa aeração; o custo de implantação é relativamente baixo, podendo ser ampliado gradativamente, pois a estrutura de cada fileira independe uma da outra (MIELE e MANDELLI 2014), além de ser atraente para os olhos e também ajudar na economia de espaço.

O sistema lira assemelha-se aos sistemas em U e V, mas confere à planta um formato em Y. Caracteriza-se por ter duas cortinas levemente inclinadas para o lado de fora do dossel, possibilitando duas zonas de produção. As bases das cortinas são afastadas, no mínimo 0,90 m uma da outra (MIELE e MANDELLI, 2014). O espaçamento normalmente adotado nesse sistema é de 3 m entre linhas por 1 a 2 m entre plantas. Necessita de um sistema de ancoragem mais desenvolvido para que se segure os braços da condução. Embora apresente maior custo inicial, o tipo de conformação que a lira proporciona ao parreiral é de que a videira tenha elevada superfície foliar exposta, aumentando a interceptação da radiação solar e, ao mesmo tempo, repartindo-a sobre maior número de folhas, aumentando assim a atividade fotossintética do dossel vegetativo e, por consequência, produzindo frutos de melhor qualidade, assim como proporciona uma diminuição da incidência das principais doenças da videira (CARBONNEAU, 2011).

A latada, conhecida também como pérgola ou caramanchão, caracteriza-se por apresentar uma estrutura de sustentação formada por postes e arames, onde as copas das plantas são conduzidas num plano horizontal, apoiadas em uma série de fios entrelaçados, formando uma rede. A área de produção da uva, nesse sistema, situa-se a aproximadamente 2 m do solo (MIELI e MANDELLI, 2014) Esse sistema é indicado para cultivares que exigem poda longa, sendo recomendado para regiões de clima semiárido, visto que protege os cachos da exposição excessiva à radiação solar, evitando o comprometimento da qualidade do fruto (TECCHIO et al., 2014). A latada é um sistema eficiente na captação de luz. Cerca de 100% da luz incidente é capturada e utilizada pelo aparelho fotossintético das plantas, o que acarreta em aumento na produtividade por unidade de área (CREASY e CREASY, 2009).

Além desses sistemas de condução supracitados, existem outros, porém menos utilizados na vitivinicultura, ressalta-se também que as respostas para a produção e qualidade das uvas difere entre os sistemas, uma vez que a arquitetura do dossel vegetativo resultante em cada sistema de condução define a absorção de fatores climáticos que influenciam na fisiologia da planta e na composição do fruto. Sendo assim, é de suma importância adequar a escolha do sistema de condução às condições climáticas do local.

## 2.4.2. Utilização de porta-enxertos na vitivinicultura

De acordo com Juniper e Malbery (2009), a utilização de porta-enxertos na videira é milenar, sendo uma prática desenvolvida nas maiores das regiões vitícolas do mundo. A princípio, adotou-se o uso dos porta-enxertos visando resolver o problema de salinidade crescente na Mesopotâmia, utilizando-se variedades silvestres tolerantes sob aquelas sensíveis ao problema (MUDGE et al., 2009). Desde então, relatos do uso dessa prática são encontrados com diversos objetivos, como adaptação a determinadas condições climáticas típicas de regiões temperadas ou tropicais; adequação a diferentes tipos de solo, como calcários, ácidos e salinos; controle de pragas, a exemplo da filoxera, pérola-da-terra, entre outras; e de doenças de solo, como nematóides, fusariose, entre outras (CAMARGO, 2008).

A produção de uva é influenciada por diversos fatores bióticos e abióticos, mas o uso de porta-enxertos adaptados a condições ambientais particulares e tolerantes ou resistentes a condições de estresse é determinante da sobrevivência da planta. Logo, a interação entre o porta-enxerto e a cultivar copa contribui para o êxito da produção (SOUZA et al., 2015).

Atualmente, a cultura da videira dispõe de uma extensa variedade de porta-enxertos que são utilizados na produção de uvas destinadas à mesa, vinhos e sucos. Essa utilização, atrelada aos devidos tratamentos culturais, traz consigo vantagens, como a resistência/tolerância a pragas e doenças, bem como melhoria na fenologia, intervindo na produtividade, longevidade e vigor (SABBATINI e HOWELL, 2013).

No Brasil, a maior parte dos porta-enxertos para uvas cultivadas em regiões tropicais e subtropicais foram produzidos no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), resultante do cruzamento de espécies de videiras americanas (BOLIANI et al., 2008). A princípio, os principais porta-enxertos adotados no Estado do Rio Grande do Sul até a década de 70 foram: ‘Rupestris Du Lot’, ‘Riparia Gloire de Montpellier’, ‘101-14 Mgt’, ‘Solferino’, ‘Kober 5BB’, ‘Golia’ e ‘Téléki 8B’. Posteriormente, foram introduzidos outros, como ‘SO4’, ‘R 99’ e ‘R 110’. Além deste, o ‘043-43’, híbrido de *V. rotundifolia*, também tem sido adotado. Resistente à pérola-da-terra, é sensível à podridão radicular fúngica (CAMARGO et al., 2011). Em condições semiáridas, os porta-enxertos IAC 313, IAC 572 e IAC 766, considerados de alto vigor, são os mais utilizados por se tratarem de cultivares adaptadas a regiões tropicais e subtropicais (SOARES e LEÃO, 2009).

O porta-enxerto IAC 572 ou ‘Jales’ resultou do cruzamento de *Vitis caribaea* com ‘RR101-14’ e foi lançado em 1970. Começou a ser utilizado na implantação de novos parreirais no Submédio do Vale do São Francisco a partir da década de 1990. É muito vigoroso, apresenta

fácil enraizamento e bom índice de sobrevivência quando transplantado para o campo. As plantas desse porta-enxerto possuem folhas de coloração verde escura na face superior e verde-clara e opaca na face inferior, com nervuras primárias, secundárias e seio peciolar pigmentados com antocianinas. Desenvolve-se bem tanto em solos argilosos como arenosos. No entanto, deve ser evitado em regiões subtropicais, onde só interrompe o ciclo vegetativo com ocorrência de geadas. Em consequência, apresenta irregularidade de brotação na primavera, o que afeta o ciclo vegetativo e a produção. É atualmente o porta-enxerto mais utilizado nas principais regiões tropicais produtoras de uvas de mesa (SOUSA e MARTINS, 2002; GIOVANNINI, 2005; BOLIANI et al., 2008).

O 'IAC 766' ou 'Campinas' foi obtido do cruzamento do porta-enxerto Traviú com *Vitis caribaea*, sendo de maior uso no norte do Paraná, leste de São Paulo e Pirapora-MG. Tem bom pegamento, enraizamento e resistência média à antracnose, alta à fusariose, míldio, filoxera nas raízes e nematoides. É um porta-enxerto que apresenta boa adaptação a solos argilosos, arenosos e ácidos, sendo menos vigoroso que o 'IAC 313' e o 'IAC 572' (POMMER et al. 1997).

Sabe-se que a escolha do porta-enxerto é baseada, a princípio, na sua relação com o ambiente e a cultivar copa (MIELE e MANDELLI, 2014). Dessa forma, a utilização de um porta-enxerto que apresente maior compatibilidade com a cultivar, deverá resultar num melhor equilíbrio entre o crescimento vegetativo e a produção, influenciando expressivamente a qualidade do fruto (NASCIMENTO et al., 2015).

A utilização de porta-enxertos na produção de uvas voltadas para a elaboração de suco no Submédio do Vale do São Francisco ainda é feita com base nas experiências com as uvas para mesa. Com isso, torna-se necessário estudos acerca da interação destes com a cultivar copa, bem como acerca do impacto de sua utilização na qualidade das uvas e dos produtos derivados.

## **2.5. Caracterização da qualidade pós-colheita de uvas de suco**

A qualidade pós-colheita das uvas depende de procedimentos, técnicas e manejo adotados desde o início do ciclo produtivo da videira. Esses elementos influenciam o metabolismo das bagas, definindo o potencial de síntese e degradação de compostos químicos responsáveis pela cor, sabor, aroma e consistência dos tecidos. Logo, as estratégias de processamento das uvas devem ser estabelecidas a partir das características do produto colhido (LIMA e CHOUDHURY, 2007).

O suco de uva é uma bebida não fermentada e não diluída, obtida da parte comestível da uva (*Vitis spp.*) através de processo tecnológico adequado (MARCON, 2013). O suco de uva deve apresentar em sua composição um teor mínimo de sólidos solúveis de 14 °Brix e acidez total mínima de 0,41 g 100 g<sup>-1</sup> de ácido tartárico (BRASIL, 2004).

Os ácidos orgânicos são metabólitos primários das frutas e, juntamente com os açúcares, determinam características organolépticas na qualidade das uvas, bem como do suco e do vinho (RUSJAN et al., 2008). Sua concentração e composição variam de acordo com a espécie, solo e intensidade de estresse (SCHERER et al., 2012). A acidez registrada no momento da colheita é decorrente de vários elementos, sendo influenciada por diversos fatores, a exemplo da variedade, da região de produção, da época do ano e do manejo cultural, que se tornam determinantes também para os produtos elaborados (SILVA et al., 2012). Os principais ácidos presentes na polpa da uva são o tartárico e o málico, que constituem pelo menos 90% do total de ácidos (NINIO et al., 2003).

O ácido málico é metabolizado e usado como fonte de energia na fase de maturação, resultando numa diminuição significativa de sua concentração em relação ao ácido tartárico, que comumente se mantém quase que constante após o início dessa fase (CONDE et al., 2007). O ácido tartárico é específico da uva e a videira é uma das raras plantas que o sintetiza em relevantes quantidades (RUFFNER, 1982), sendo este ácido orgânico o mais forte presente na uva, interferindo diretamente no pH da fruta e também em sua fermentação alcoólica (LIANG et al., 2011). Sua síntese é limitada às fases iniciais do desenvolvimento das bagas, da pós-antese ao início da maturação, declinando lentamente até a maturação completa (CONDE et al., 2007). Entretanto, de acordo com Etienne et al. (2013), fatores ambientais como temperatura e intensidade de luz, associados a práticas de cultivo como porta-enxerto, nutrição mineral, disponibilidade de água e poda, podem afetar os teores de ácidos orgânicos na polpa das frutas.

O teor de sólidos solúveis é bastante utilizado como indicador de qualidade, entretanto, mesmo sendo um parâmetro indicativo de doçura, não é constituído unicamente por açúcares, mas também por ácidos orgânicos e minerais e, por isso, influenciam no sabor em sua totalidade, na textura e na estabilidade microbiológica (ANDRÉS et al., 2015; ZHENG et al., 2016; SUN et al., 2017).

A sacarose (C<sub>12</sub>H<sub>22</sub>O<sub>11</sub>- $\alpha$ -D-glicopiranosil- $\beta$ -D-frutofuranosídeo) é formada pelos monossacarídeos interconvertíveis D-glicose e D-frutose, por meio da ação da enzima sacarose sintase (SuSy) (EVERARD e LOESHER, 2017) e é tida como o principal açúcar encontrado nas plantas, estando entre os produtos primários da fotossíntese. Na uva, os dois monossacarídeos citados são encontrados em proporções similares, estando em maiores



quantidades naquelas destinadas à produção de suco e vinho, quando comparadas com as uvas de mesa (FORTE e PAIS, 2016).

Dentre todos os parâmetros de qualidade de frutas, nenhum é tão expressivo quanto a cor, visto que a aparência visual é importante na definição do valor comercial, além de ser indicativo do estado de maturação. Nos vegetais, a cor é derivada principalmente dos compostos fenólicos e carotenoides (HENRIQUE et al., 2016). Em se tratando da uva, os flavonoides e as antocianinas são os compostos fenólicos que pigmentam o fruto. Localizam-se em abundância na casca e, em algumas cultivares, na polpa também, sendo responsáveis pela coloração não só da fruta, mas também dos produtos gerados por ela (YAMAMOTO et al., 2015).

A textura é especialmente importante tanto para a uva que é consumida *in natura* (IWATANI et al., 2011) quanto para aquelas voltadas para a elaboração de sucos, uma vez que influencia diretamente nos processos de maceração (GAO et al., 2016). Ainda que seja importante, pouco se sabe sobre o que determina a firmeza em frutas, bem como seus mecanismos. Entretanto, sabe-se que o turgor, resultante do equilíbrio entre potencial osmótico, membranas e nutrientes (principalmente o cálcio), aliado ao complexo da parede celular (polímeros e cálcio), são os principais responsáveis pela textura dos órgãos vegetais. Uma das primeiras causas conhecidas de mudança na textura são as mudanças nos polímeros da classe das pectinas e hemiceluloses (polissacarídeos) na parede primária celular. Na medida que o fruto amadurece, a degradação desses polímeros por meio de enzimas específicas, como a poligalacturonase, leva ao amaciamento (TAIZ e ZEIGER, 2013; BALIC et al., 2014) e a uma menor resistência da baga à força de compressão. Tratando-se de uvas para suco, essa menor resistência da baga sugere desprendimento mais fácil do pedicelo, o que permitiria maior rendimento na operação do desengace, que antecede a maceração das uvas (SOARES et al., 2008).

## **2.6. Composição fenólica e capacidade antioxidante de uvas de suco**

A uva é um fruto rico em diversos compostos fenólicos e poderosos antioxidantes. Pesquisas tem comprovado que essas substâncias possuem atividades biológicas benéficas à saúde humana, sendo considerado como alimento funcional por ser fonte de compostos bioativos com propriedades nutracêuticas (SOUSA et al., 2014; SANTINI et al., 2017). Os fenólicos encontrados no suco da uva que estão associados com benefícios à saúde são, principalmente, os compostos flavonoides (antocianinas, flavan-3-ols e flavonóis) e compostos não flavonoides (ácidos fenólicos e estilbenos) (ALI et al. 2010; XIA et al., 2010).

Entre as atividades biológicas pertinentes aos compostos fenólicos, a capacidade antioxidante é a que está associada a boa parte dos compostos pertencentes às famílias dos flavonoides e não flavonoides (XIA et al., 2010). A atividade antioxidante de compostos fenólicos é, principalmente, devido às suas propriedades de óxido-redução, as quais podem desempenhar importante papel na absorção e neutralização de radicais livres, quelando o oxigênio triplete e singlete ou decompondo peróxidos (ZHENG e WANG, 2001; DEGÁSPARI e WASZCZYNSKY, 2004). O resulta é a desaceleração de processos degenerativos, como doenças cardíacas, cataratas, disfunção cognitiva e o câncer, além das doenças neurodegenerativas (RAJAN e MURALEEDHARAN, 2017).

Os benefícios à saúde humana oriundos do poder dos compostos fenólicos bem como do seu potencial como antioxidante vai além do supracitado, visto que atualmente existem registros na literatura de sua atuação no sistema circulatório, beneficiando a angiologia fetal (ZIELINSKY et al., 2013) e protegendo os eritrócitos contra oxidação (WANG et al., 2017); e no sistema neurológico, agindo como neuroprotetores (MACIEL et al., 2016), com resultados relevantes contra o mal de Parkinson (GU et al., 2017) e o mal de Alzheimer (SUN et al., 2016). Existem estudos também com resultados promissores com os compostos fenólicos atuando no melhoramento da imunidade corporal, inibindo a ação de microrganismos patogênicos, como *Escherichia coli* (XIONG et al., 2017); agindo como antiviral, contra o vírus da Hepatite A (SEO et al., 2017); como também atuando no sistema digestivo, na inibição da lipase pancreática, que está associada à obesidade, prevenindo o ganho de peso (HAMDAOUI et al., 2017; GLISAN et al., 2017). Os resultados apresentados na literatura atual são de suma importância não só para a comunidade acadêmica, mas para a população como um todo, visto que comprovam pressuposições acerca dos benefícios que os compostos fenólicos trazem para o ser humano através de uma alimentação mais saudável, com destaque para a uva, por ser tratar de uma das maiores fontes desses compostos (MOSER et al., 2017).

Na literatura, foram descritos inúmeros métodos para determinar a atividade antioxidante de substâncias e alimentos. Contudo, todos eles incluem a presença de um agente oxidante, um substrato adequado e uma estratégia de medida. Os métodos que definem a atividade antioxidante de alimentos são classificados em dois grupos: o primeiro baseando-se na captura de radicais livres; e o segundo, na determinação da oxidação de uma molécula alvo (LIMA, 2008).

Dentre os métodos que se baseiam na captura de radicais livre, então os que consistem na captura do radical peroxila (ORAC, TRAP), no poder de redução do metal (FRAP; CUPRAC), na captura do radical hidroxil (método de desoxirribose), na captura do radical

orgânico (ABTS<sup>•+</sup>, DPPH<sup>•</sup>), na quantificação de produtos formados durante a peroxidação de lipídios (TBARS, oxidação do LDL, co-oxidação do caroteno) (SÁNCHEZ-MORENO, 2002), etc. Entre os supracitados, os métodos ABTS<sup>•+</sup>, FRAP, DPPH e ORAC são alguns dos mais usados atualmente para determinar a capacidade antioxidante *in vitro* da uva, dos produtos derivados da uva e de seu resíduo.

Antionioli et al. (2015) para determinar a atividade antioxidante de extrato de bagaço de uva vermelha (*Vitis vinifera* L.) cv. Malbec utilizaram o método ORAC. Dinis et al. (2016) avaliaram a capacidade antioxidante de bagas e folhas de videiras da variedade Touriga Nacional (*Vitis vinifera* L.) através dos métodos ABTS<sup>•+</sup>, DPPH e FRAP. Ky e Teissedre (2015) determinaram a capacidade antioxidante das uvas e do bagaço, usando quatro ensaios antioxidantes pelos métodos ABTS<sup>•+</sup>, DPPH, FRAP e ORAC, em uvas das cultivares Grenache, Syrah, Carignan Noir, Mourvèdre, Cunoise e Alicante Bouchet. Lorenzo et al. (2017) mensuraram a atividade antioxidante em amostras de vinho Bibeo do sul da Itália pelos métodos de ABTS<sup>•+</sup> e DPPH. Villaño et al. (2006) avaliaram a atividade antioxidante de vinhos brancos da variedade Palomino e de vinhos tintos das cultivares Cabernet Sauvignon, Tempranillo e Syrah, aplicando os métodos ORAC, ABTS<sup>•+</sup> e DPPH. De acordo com Sharma e Singh (2013), os métodos para determinar o potencial antioxidante da uva, assim como de seus derivados, diferem quanto ao modo antioxidativo de suas reações e ao método analítico, sendo o método ORAC o mais preciso.

Em síntese, a uva, uma das frutas mais cultivadas e consumidas no mundo, é uma fonte de compostos fenólicos com alto poder antioxidante. Nas bagas de uva, os compostos fenólicos além de modificarem as propriedades sensoriais (estabilidade, cor, estrutura e adstringência) do produto final, (GARCÍA-ESTÉVEZ et al., 2017), elevam seu potencial antioxidante, sobrepondo propriedades benéficas à saúde. Logo, é de suma importância definir a qualidade e o potencial antioxidante das uvas 'Isabel Precoce' e 'BRS Cora', importantes cultivares de uvas para suco da região do Submédio do Vale do São Francisco.

### 3. REFERÊNCIAS

ABREU, C.M.; CAMPOS, L.F.C.; ASCHERI, D.P.R.; SELEGUINI, A. Produtividade e qualidade de frutos de videira 'Isabel' em função das doses de etefon e épocas de poda. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 4, p. 12-20, 2017.

ALI, K.; MALTESE, F.; CHOI, Y.; VERPOTE, R. Metabolic constituents of grapevine and grape - derived products. **PhytochemistryReviews**, v. 9, p. 357-378, 2010.

ANDRADE, R.H.S. de; NASCIMENTO, L.S. do; PEREIRA, G.E.; HALLWASS, F.; PAIM, A.P.S. Anthocyanic composition of Brazilian red wines and use of HPLC-UV-Vis associated to chemometrics to distinguish wines from different regions. **Microchemical Journal**, v. 110, p. 256-262, 2013.

ANDRÉS, V. TENORIO, M. D.; VILLANUEVA, M. J. Sensory profile, soluble sugars, organic acids, and mineral content in milk- and soy-juice based beverages. **Food Chemistry**, v. 173, p. 1100-1106, 2015.

ANTONIOLLI, A.; FONTANA, A.R.; PICCOLI, P.; BOTTINI, R. Characterization of polyphenols and evaluation of antioxidant capacity in grape pomace of the cv. Malbec. **Food Chemistry**, v. 178, p. 172-178, 2015.

BALIC, I.; EJSMENTEWICZ, T.; SANHUEZA, D.; SILVA, C.; PEREDO, T.; OLMEDO, P.; BARROS, M.; VERDONK, J. C.; PEREDES, R.; MENESES, C.; PRIETO, H.; ORELLANA, A.; DEFILIPPI, B. G.; CAMPOS-VARGAS, R. Biochemical and physiological study of the firmness of table grape berries. **Postharvest Biology and Technology**, v. 93, p. 15-23, 2014.

BEM, B. P DE; BOGO, A.; EVERHART, S.; CASA, R. T.; GONÇALVES, M. J.; FILHO, J. L. M.; CUNHA, I. C. DA. Effect of Y-trellis and vertical shoot positioning training systems on downy mildew and botrytis bunch rot of grape in highlands of southern Brazil. **Scientia Horticulturae**, v. 185, p. 162-166, 2015.

BOLIANI, A. C.; FRACARO, A. A.; CORRÊA, L. de S. **Uvas rústicas: cultivo e processamento em regiões tropicais**. Jales: Universitária Gráfica e Editora; 2008. 368 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Complementação dos padrões de identidade e qualidade do vinho e dos derivados da uva e do vinho**. Brasília, 2004. 21 p.

CAMARGO, U.A. Impacto das cultivares brasileiras de uva no mercado interno e potencial no mercado internacional In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 12., 2008, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. p. 37-41.

CAMARGO, U.A. **'Isabel precoce': alternativa para a vitivinicultura brasileira**. Bento Gonçalves-RS: Embrapa Uva e Vinho, 2004. 4 p. (Comunicado Técnico, 54).

CAMARGO, U.A.; MAIA, J.D.G. Cultivares de uvas rústicas para regiões tropicais e subtropicais. In: **Uvas Rústicas de mesa, cultivo e processamento em regiões tropicais**, Jales, p. 63, 2008.

CAMARGO, U.A.; MAIA, J.D.G. **'BRS Cora' nova cultivar de uva para suco, adaptada a climas tropicais**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2004. (Comunicado Técnico, 53).

CAMARGO, U.A.; NACHTIGAL, J.C. Variedades. In: NACHTIGAL, J.C.; SCHNEIDER, E.P. **Recomendações para produção de videiras em sistemas de base ecológica**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. (Comunicado Técnico, 65).

CAMARGO, U.A.; TONIETTO, J.; HOFFMANN, A. Progressos na viticultura brasileira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 33, p. 144-149, 2011.

CARBONNEAU, A. Tropical viticulture: specificities and challenges for a quality viticulture. **Acta Horticulturae**, n. 910, p. 15-34, 2011.

CONDE, C.; SILVA, P.; FONTES, N.; DIAS, A.C.P.; TAVARES, R.M.; SOUSA, M. J.; AGASSE, A.; DELROT, S.; GERÓS, H. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. **Global Science Book**, v.1, p.1-22, 2007.

CREASY, G. L.; CREASY, L. L. **Grapes**. Crop production Science in horticulture series: 16. London, UK: CABI Publishing, 2009. 312p.

DEGÁSPARI, C.H; WASZCZYNSKYJ, N. **Visão Acadêmica**, v. 5, p. 33- 40, 2004.

DINIS, L.T.; BERNARDO, S.; CONDEA, A.; PIMENTEL, D.; FERREIRA, H.; FÉLIX, L.; GERÓS, H.; CORREIA, C.M.; MOUTINHO-PEREIRA, J. Kaolin exogenous application boosts antioxidant capacity and phenolic content in berries and leaves of grapevine under summer stress. **Journal of Plant Physiology**, v. 191, p. 45-53, 2016.

EMBRAPA. **Atuação do Brasil no Mercado Vitivinícola Mundial** – panorama 2010. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Bento Gonçalves, RS. 2011. Disponível em <<http://www.cnpv.embrapa.br/publica/artigos/mercextvit2010.pdf>> acessado em 01 de agosto de 2018.

ETIENNE, A.; GÉNARD, M.; LOBIT, P.; MBEGUIÉ-A-MBÉGUIÉ, D.; BUGAUD, C. What controls fleshy fruit acidity? A review of malate and citrate accumulation in fruit cells. **Journal of Experimental Botany**, v. 64, p. 1451-1469, 2013.

EVERARD, J.D. LOESHER, W.H. Primary Products of Photosynthesis, Sucrose and Other Soluble Carbohydrates. In: THOMAS, B. (Ed.). **Encyclopedia of Applied Sciences**. 2<sup>a</sup> ed. Amsterdam: Elsevier, 2017. p. 96-104.

FAOSTAT. **FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS – STATISTICS DIVISION**. Disponível em: [http://faostat3.fao.org/browse/rankings/countries\\_by\\_commodity/S](http://faostat3.fao.org/browse/rankings/countries_by_commodity/S). Acesso em: 05 jan. 2018.

FAVERO, A.C.; AMORIM, D.A. de; MOTA, R.V. da; SOUZA, C.R. de; REGINA, M.A. Physiological responses and production of 'Syrah' vines as a function of training systems. **Scientia Agricola**, v. 67, p. 267-273, 2010.

FERRER, M.; ECHEVERRÍA, G.; GONZALEZ-NEVES, G. 2015. Influence of the microclimate defined by the training system on the vineyard behaviour and the oenological quality of Merlot grapes. **International Journal of Agricultural Sciences and Natural Resources** 2: 95-108.

FORTE, A.M.; PAIS, M.S. Grape (*Vitis* species). In: SIMMONDS, M.; PREEDY, V. (Ed.). **Nutritional composition of fruit cultivars**. 1<sup>a</sup> ed. Amsterdam: Elsevier, 2016. p. 257-286.

GAO, Y.; FANGEL, J.U.; WILLATS, W.G.T; VIVIER, M.A.; MOORE, J.P. Dissecting the polysaccharide-rich grape cell wall matrix using recombinant pectinases during winemaking. **Carbohydrate Polymers**, v. 152, p. 510-519, 2016.

GARCÍA-ESTÉVEZ, I.; QUIJADA-MORÍN, N.; RIVAS-GONZALO, J. C.; MARTÍNEZ-FERNÁNDEZ, J.; SÁNCHEZ, N.; HERRERO-JIMÉNEZ, C. M.; ESCRIBANO-BAILÓN, M. T. Relationship between hyperspectral indices, agronomic parameters and phenolic composition of *Vitis vinifera* cv. Tempranillo grapes. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, p. 4066-4074, 2017.

GIOVANNINI, E. **Produção de uvas para vinho, suco e mesa**. 2. ed. Porto Alegre: Renascença, 2005. 368 p.

GLISAN, S.L.; GROVE, K.A.; YENNAWAR, N.H.; LAMBERT, J.D. Inhibition of pancreatic lipase by black tea theaflavins: Comparative enzymology and in silico modeling studies. **Food Chemistry**, v. 216, p. 296-300, 2017.

GU, P. S.; MOON, M.; CHOI, J. G.; OH, M. S. Mulberry fruit ameliorates Parkinson's-disease-related pathology by reducing  $\alpha$ -synuclein and ubiquitin levels in a 1-methyl-4-phenyl-1,2,3,6-tetrahydropyridine/probenecid model. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v. 39, p. 15-21, 2017.

HAMDAOUI, M. H.; SNOUSSI, C.; DHAOUADI, K.; FATTOUCH, S.; DUCROC, R.; LE GALLI, M.; BADO, A. Tea decoctions prevent body weight gain in rats fed high-fat diet; black tea being more efficient than green tea. **Journal of Nutrition & Intermediary Metabolism**, v. 6, p. 33-40, 2017.

HENRIQUE, P.C.; BOAS, A.C.V.; LIMA, R.A.Z.; DECARLOS, A.N.; LIMA, L.C.O. de. Coloração, parâmetros físico-químicos e potencial antioxidante de sucos de uva integrais submetidos a diferentes doses de radiação UV-C. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 40, p. 226-234, 2016.

HICKEY, C.C.; KWASNIEWSKI, M.T.; WOLF, T.K. 2018. Leaf Removal Effects on Cabernet franc and Petit Verdot. II. Grape Carotenoids, Phenolics, and Wine Sensory Analysis. **American Journal Enology and Viticulture**. DOI: 10.5344/ajev.2018.17107.

IBGE. **INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?c=1613&z=t&o=11&i=P>. Acesso em: 05 jun. 2018.

IWATANI, S.-I.; YAKUSHIJI, H.; MITANI, N.; SAKURAI, N. Evaluation of grape fleshtexture by an acoustic vibration method. **Postharvest Biology and Technology**, v. 62, p. 305-309, 2011.

JUNIPER, B. E.; MABERLY, J. **The story of the apple**. Portland: Timber Press, 2009. p. 240.

KHALIQ, G.; TENGKU, M.; MOHAMED, M.; GHAZALI, H. M.; DING, P.; ALI, A. Influence of gum arabic coating enriched with calcium chloride on physiological, biochemical and quality responses of mango (*Mangifera indica* L.) fruit stored under low temperature stress. **Postharvest Biology and Technology**, v. 111, p. 362-369, 2016.

KY, I.; TEISSEDRE, P. Characterisation of Mediterranean Grape Pomace Seed and Skin Extracts: Polyphenolic Content and Antioxidant Activity. **Molecules**, v. 20, p. 2190-2207, 2015.

LEÃO, P.C. de S.; REGO, J.I. de S.; NASCIMENTO, J.H.B.; SOUZA, E.M. de C. Yield and physicochemical characteristics of 'BRS Magna' and 'Isabel Precoce' grapes influenced by pruning em the São Francisco river valley. **Ciência Rural**, v. 48, e20170463, 2018.

LIANG, Z.; SANG, M.; FAN, P.; WU, B.; WANG, L.; DUAN, W.; LI, S. Changes of polyphenols, sugars, and organic acid in 5 *Vitis* genotypes during berry ripening. **Journal of Food Science**, v. 76, p. 1231-1238, 2011.

LIMA, M.A.C.; CHOUDHURY, M.M. Características dos cachos de uva. In: LIMA, M.A.C. (org.). **Uva de mesa: pós-colheita**. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. p. 21-30. (Série frutas do Brasil, 12).

LIMA, A. **Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante *in vitro* e *in vivo*, e identificação dos compostos fenólicos presentes no pequi (*Caryocar brasiliense*, camb.)**. Tese. [Doutorado em Bromatologia] - Universidade de São Paulo; 2008.

LIMA, M.D.S.; LEITE, A.P.S.; SAMPAIO, Y.P.; VIANELLO, F.; LIMA, G.P.P. Influences of the harvest the season on analytical characteristics of Syrah grapes and wines produced in the northeast region of Brazil. **International Journal of Agriculture and Forestry**, v. 5, p. 152-159, 2015.

LIMA, M.S.; SILANI, I.S.V; TOALDO, I.M.; CORRÊA, L.C.; BIASOTO, A.C.T.; PEREIRA, G.E.; BORDIGNON-LUIZ, M.T.; NINOW, J.L. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juice produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. **Food Chemistry**, v. 161, p. 94-103, 2014.

LIRA, M.M.C. de; OLIVEIRA, L.D. da S.; VALE, C.N.C. do; SOUZA, P.C. de; MOURA, M.S.B. de. Influência dos sistemas de condução no microclima da videira 'Chenin Blanc'. **Agrometeoros**, v. 25, p. 121-131, 2017.

LIU, M.-Y.; CHI, M.; TANG, Y.-H.; SONG, C.-Z.; XI, Z.-M.; ZHANG, Z.-W. Effect of three training systems on grapes in a wet region of China: Yield, incidence of disease and anthocyanin compositions of vitis vinifera cv. Cabernet Sauvignon. **Molecules**, v. 20, p. 18967-18987, 2015.

LORENZO, C. Di.; BADEA, M.; COLOMBO, F.; ORGIU, F.; FRIGERIO, G.; PASTOR, R.F.; RESTANI, P. Antioxidant activity of wine assessed by different *in vitro* methods. **BIO Web of Conferences**, v. 9, p. 1-6, 2017.

MACIEL, R.M.; CARVALHO, F.B.; OLABIYI, A.O.; SCHMATZ, R.; GUTIERREZ, J.M.; STEFANELLO, N.; ZANINI, D.; ROSA, M.M.; ANDRADE, C.M.; RUBIN, M.A.; SCHETINGER, M.R.; MORSCH, V.M.; DANESI, C.C.; LOPES, S.T.A. Neuroprotective effects of quercetin on memory and anxiogenic-like behavior in diabetic rats: role of ectonucleotidases and acetylcholinesterase activities. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 84, p. 559-568, 2016.

MANFROI, V.; MIELE, A.; RIZZON, L.A.; BARRADAS, C.I.N.; MANFROI, L. Efeito de diferentes épocas de desfolha e de colheita na composição do vinho Cabernet Sauvignon. **Ciência Rural**, v. 27, p. 139- 146, 1997.

MARASCHIN, R.P. **Caracterização química de vinhos Cabernet Sauvignon produzidos na Serra Gaúcha (Enfase em compostos fenólicos)**. 2003. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) - Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.

MARCON, A.R. **Avaliação da incorporação da água exógena em suco de uva elaborado por diferentes processos**. 2013. p.63. Dissertação (Mestre em Biotecnologia e Gestão Vitivinícola, área de concentração em Viticultura e Gestão) - Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2013.

MELLO, L.M.R. **Vitivinicultura brasileira: Panorama 2012**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2013. (Comunicado Técnico, 137).

MIELE, A.; MANDELLI, F. Sistemas de condução da videira. In: **Capacitação Técnica em Viticultura**. Bento Gonçalves: EMBRAPA Uva e Vinho. 2014. Disponível em: <<http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/sprod/viticultura/siscond.html>>. Acesso em: 12 jan. 2018.

MIELE, A.; RIZZON, L. A. Rootstock-scion interaction: 1. Effect oh the yield componentes of Cabernet Sauvignon grapevine. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, e-434, 2017.

MOSER, P.; TELIS, V.R.N.; NEVES, N.A.; GARCÍA-ROMERO, E.; GÓMEZ-ALONSO, S.; HERMOSÍN-GUTIÉRRES, I. Storage stability of phenolic compounds in powdered BRS Violeta grape juice microencapsulated with protein and maltodextrin blends. **Food Chemistry**, v. 214, p. 308-318, 2017.

MUDGE, K.; JANICK, J.; SCOFIELD, S.; GOLDSCHMIDT, E. E. A history of grafting. In: JANICK, J. (ed.). **Horticulture reviews**. Hoboken: John Wiley & Sons Inc, 2009. v. 35, p. 437-493.

NASCIMENTO, D.S.P.; AMROIM, M.D. de.; CARVALHO, E.S.S. de.; ALMEIDA, Y.M.; OLIVEIRA, W.P. de.; LEAO, P.C. de S. PEREIRA, G.E.. BIASOTO, A.C.T. Influência do Sistema de Condução e Porta-Enxerto na Composição Físico-Química de Vinhos ‘Syrah’ Produzidos no Submédio do Vale do São Francisco na Segunda Safra do Ano. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2015, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Seminário, p. 303-310. 2015.

NATIVIDADE, M.M.P.; CORRÊA, L.C.; SOUZA, S.V.C. DE; PEREIRA, G.E.; LIMA, L.C. DE O. 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.

NINIO, R.; LEWINSOHN, E.; MIZRAHI, Y.; SITRIT, Y. Changes in sugars, acids, and volatiles during ripening of koubo [*Cereus peruvianus* (L.) Miller] fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 51, p. 797-801, 2003.

NISHIOKA, K.; MIZUNAGA, H. **Evaluation of influence of trellis system on eco-physiological property using sap flow sensor**. IN: SICE Annual Conference 2011 September 13-18, 2011, Waseda University, Tokyo, Japan.



PADILHA, C.V.S.; MISKINIS, G.A.; SOUZA, M.E.A.O.; PEREIRA, G.E.; OLIVEIRA, D.; BORDIGNON-LUIZ, M.T.; LIMA, M.S. 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.

POMMER, C.V.; PASSOS, I.R.S.; TERRA, M.M.; PIRES, E.J.P. **Variedades de videira para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agronômico, 1997. 59p. (Boletim Técnico, 166).

PROTAS, J.F.S.; CAMARGO, U.A.; MELO, L.M.R. A viticultura brasileira: realidade e perspectivas In: SIMPÓSIO MINEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 1, 2002, Caldas. Anais... Caldas: EPAMIG, 2002. p. 17- 32

QUEIROZ-VOLTAN, R.B.; ROLIM, G.S.; JÚNIOR, M.J.P.; HERNANDES, J.L. Variações na anatomia foliar de videira Niágara em diferentes sistemas de condução. **Bragantia**, v. 70, p. 488-493, 2011.

RAHMANI, M., BAKHSHI, D.; QOLOV, M. Impact of pruning severity and training systems on red and white seedless table grape (*Vitis vinifera*) qualitative indices. **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, p. 55-61, 2015.

RAJAN, V.; MURALEEDHARAN, K. A computational investigation on the structure, global parameters and antioxidant capacity of a polyphenol, Gallic acid. **Food Chemistry**, v. 220, p. 93-99, 2017.

REGINA, M.A.; PEREIRA, A.F.; ALVARENGA, A.A.; ANTUNES, L.E.C.; ABRAHÃO, E.; RODRIGUES, D.J. Sistema de condução para a videira. **Informe Agropecuário**, v. 19, p. 28-33, 1998.

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, p. 1057-1065, 2012.

RITSCHER, P.; MAIA, J.D.G.; CAMARGO, U.A.; ZANUS, M.C.; SOUZA, R.T.; FAJARDO, T.G.M. **‘BRS Magna’ nova cultivar de uva para suco com ampla adaptação climática**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012. (Comunicado Técnico, 53).

RIZZON, L.A.; LINK, M. Composição do suco de uva caseiro de diferentes cultivares. **Ciência Rural**, v. 36, p.689-692, 2006.

RIZZON, L.A.; MENEGUZZO, J. Suco de uva. **Embrapa informação tecnológica**. Ed. 1°. Brasília, 2007. p. 45.

ROBINSON, J. **The Oxford Companion to Wine**. 3<sup>a</sup> ed. Oxford: Oxford University Press, 2006. 813 p.

ROSA, S.E.S.; SIMÕES, P.M. **Desafios da vitivinicultura brasileira**. Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social, Brasil. 2004. BNDES Setorial, Rio de Janeiro, n. 19, p. 67-90, mar, 2004. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export>

/sites/default/bndes\_pt/Galerias/Arquivos/conhecime nto/bnset/set1904.pdf> Acessado em: 01 de agosto de 2018.

RUFFNER, H.P. Metabolismo of tartaric and malic in *Vitis*: a review-part A. *Vitis*, **Siebolding**, n. 21, p. 247-259, 1982.

RUSJAN, D.; KOROSEC-KORUZA, Z.; VEBERIC, R. Primary and secondary metabolites related to the quality potential of table grape varieties (*Vitis vinifera* L.). **European Journal of Horticultural Science**, v. 73, p. 124-130, 2008.

SABBATINI, P.; HOWELL, G.S. Rootstock scion interaction and effects on vine vigor, phenology, and cold hardiness of interspecific hybrid grape cultivars (*Vitis* spp.). **International Journal of Fruit Science**, v. 13, p. 466-477, 2013.

SÁNCHEZ-MORENO, C. Review: methods used to evaluate the free radical scavenging activity in foods and biological systems. **Food Science and Technology International**, v. 8, p. 121-137, 2002.

SANTINI, A.; TENORE, G.C.; NOVELLINO, E. Nutraceuticals: A paradigm of proactive medicine. **European Journal of Pharmaceutical Sciences**, v. 96, p. 53-61, 2017.

SCHERER, R.; RYBKA, A.C.P.; BALLUS, C.A.; MEINHART, A.D.; FILHO, J.T.; GODOY, H.T. Validation of a HPLC method for simultaneous determination of main organic acids in fruits and juices. **Food Chemistry**, v. 135, p. 150-154, 2012.

SEO, D.J.; LEE, M.; JEON, S.B.; PARK, H.; JEONG, S.; LEE, B.-H.; CHOI, C. Antiviral activity of herbal extracts against the hepatitis A virus. **Food Control**, v. 72, parte A, p. 9-13, 2017.

SHARMA, P.; SINGH, R.P. Evaluation of antioxidant activity in foods with special reference to TEAC method. **American Journal of Food Technology**, v. 8, p. 83-101, 2013.

SHARMA, S.; BARMAN, K.; SIDDIQUI, M.W.; NATH, V. Training and pruning for improved postharvest fruit quality. **Preharvest Modulation of Postharvest Fruit and Vegetable Quality**, p. 257-276, 2018.

SILVA, M.J.R. da; PAIVA, A.P.M.; PIMENTEL JUNIOR, A.; SÁNCHEZ, C.A.P.C.; CALLILLI, D.; MOURA, M.F.; LEONEL, S.; TECCHIO, M.A. Yield performance of new juice grape varieties grafted onto diferente rootstocks under tropical conditions. **Scientia Horticulturae**, v. 241, p. 194-200, 2018a.

SILVA, S.P. da; VIANA, J.G.A.; MORAES, M.R.E. de. O mercado vitivinícola brasileiro: uma análise a partir do comércio exterior. **Brazilian Journal of Development**, v. 4, p. 2059-2080, 2018b.

SILVA, R.S.; SILVA, S.M.; DANTAS, A.L.; MENDONÇA, R.M.N.; GUIMARÃES, G.H.C. Qualidade d uva 'Isabel' tratada com cloreto de cálcio em pós-colheita e armazenada sob atmosfera modificada. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 34, p. 050-056, 2012.

SOARES, J.M.; LEÃO, P.C.S. **A vitivinicultura no Semiárido brasileiro**. Petrolina, PE: Embrapa Semiárido, 2009, p. 597-656.

SOARES, M.; WELTER, L.; KUSKOSKI, E. M.; GONZAGA, L.; FETT, R. Compostos fenólicos e atividade antioxidante da casca de uvas Niágara e Isabel. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, p. 59-64, 2008.

SOUSA, E.C.; UCHÔA-TOMAZ, A.M.A.; CARIOCA, J.O.B.; MORAIS, S.M. de; LIMA, A. de; MARTINS, C.G.; ALEXANDRINO, C.D.; FERREIRA, P.A.T.; RODRIGUES, A.L.M.; RODRIGUES, S.P.; SILVA, J.N.; RORIGUES, L.L. Chemical composition and bioactive compounds of grape pomace (*Vitis vinifera* L.), Benitaka variety, grown in the semiarid region of Northeast Brazil. **Food Science Technology**, v. 34, p. 135-142, 2014.

SOUSA, J.S.I. de; MARTINS, F.P. **Viticultura brasileira: principais variedades e suas características**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 368 p.

SOUZA, C.R. de; MOTA, R.V. da; FRANÇA, D.V.C.; PIMENTEL, R.M. de A.; REGINA, M. de A. Cabernet Sauvignon grapevine grafted onto rootstocks during the autumn-winter season in southeastern Brazilian. **Sciencia Agricola**, v. 72, p. 138-146, 2015.

SPAYD, S.E.; TARARA, J.M.; MEE, D.L.; FERGUSON, J.C. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv. Merlot berries. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 53, p. 171-182, 2002.

SUN, D.; LI, N.; ZHANG, W.; ZHAO, Z.; MOU, Z.; HUANG, D.; LIU J.; WANG, W. Design of PLGA-functionalized quercetin nanoparticles for potential use in Alzheimer's disease. **Colloids and Surfaces B: Biointerfaces**, v. 148, p. 116-129, 2016.

SUN, M.; ZHANG, D.; LIU, L.; WANG, Z. How to predict the sugariness and hardness of melons: A near-infrared hyperspectral imaging method. **Food Chemistry**, v. 218, p. 413-421, 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5a ed. Porto Alegre: ArtMed, 2013. 954 p.

TECCHIO, M.A.; MOURA, M.F.; TEIXEIRA, L.A.J.; PIRES, E.J.P.; LEONEL, S. Influence of rootstocks and pruning times on yield and on nutrient content and extraction in 'Niagara Rosada' grapevine. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, p. 340-348, 2014.

TERRA, M.M.; POMMER, C.V.; PIRES, E.J.P.; RIBEIRO, I.J.A.; GALLO, P.B.; PASSOS, I.R. da S. Produtividade de cultivares de uvas para suco sobre diferentes porta-enxertos IAC em Mococa-SP. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, p. 382-386, 2001.

TOSCANO, L. T.; TAVARES, R. L.; TOSCANO, L. T.; DA SILVA, C. S. O.; DE ALMEIDA, A. E. M.; BIASOTO, A. C. T.; GOLÇALVES, M. da C.; SILVA, A. S. Potential ergogenic activity of grape juice in runners. **Applied Physiology, Nutrition & Metabolism**, v. 40, p. 899-906, 2015.

VILLAÑO, D.; FERNÁNDEZ-PACHÓN, M.S.; TROCOSO, A.M.; GARCÍA-PARRILLA, M.C. Influence of enological practices on the antioxidant activity of wines. **Food Chemistry**, v. 95, p. 394-404, 2006.

WANG, G.; LEI, Z.; ZHONG, Q.; WU, W.; ZHANG, H.; MIN, T.; WU, H.; LAI, F. Enrichment of caffeic acid in peanut sprouts and evaluation of its in vitro effectiveness against oxidative stress-induced erythrocyte hemolysis. **Food Chemistry**, v. 217, p. 332-341, 2017.

XIA, E.Q.; FANG, D.G.; JUN, G.Y.; BIN, L. H. Biological Activities of Polyphenols from Grapes. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 11, p. 622-646, 2010.

XIONG, L.-G.; CHEN, Y.-J.; TONG, J.-W.; HUANG, J.-A.; LI, J.; GONG, Y.-S.; LIU, Z.-H. Tea polyphenol epigallocatechin gallate inhibits *Escherichia coli* by increasing endogenous oxidative stress. **Food Chemistry**, v. 217, p. 196-204, 2017.

XU, X.; CHENG, G.; DUAN, L.; JIANG, R.; PAN, Q.; DUAN, C.; WANG, J. Effect of training systems on fatty acids and their derived volatiles in Cabernet Sauvignon grapes and wines of the north foot of Mt. Tianshan. **Food Chemistry**, v. 181, p. 198–206, 2015.

YAMAMOTO, L. Y.; ASSIS, A. M. DE; ROBERTO, S. R.; BOVOLENTA, Y. R.; NIXDORF, S. L.; GARCÍA-ROMERO, E.; GÓMEZ-ALONSO, S.; HERMONSÍN-GUTIÉRREZ, I. 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, parte 3, p. 572-583, 2015.

ZHENG, H.; ZHANG, Q.; QUAN, J.; ZHENG, Q.; XI, W. Determination of sugars, organic acids, aroma components, and carotenoids in grapefruit pulps. **Food Chemistry**, v. 205, p. 112-121, 2016.

ZHENG, W.; WANG, S.Y. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 5165-5170, 2001.

ZIELINSKY, P.; PICCOLI, A.L.; VIAN, I.; ZILIO, A.M.; NAUJORKS, A.A.; NICOLOSO, L.H.; BARBISAN, C.W.; BUSATO, S; LOPES, M; KLEIN, C. Maternal restriction of polyphenols and fetal ductal dynamics in normal pregnancy: an open clinical trial. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 101, p. 217-225, 2013.

## **CAPÍTULO II**

**Sistemas de condução, porta-enxertos e condições climáticas influenciam a  
qualidade e a atividade antioxidante de uvas ‘BRS Cora’  
(Submissão aos Anais da Academia Brasileira de Ciências)**

**Sistema de condução e porta-enxerto determinam diferenças na qualidade e potencial antioxidante das uvas ‘BRS Cora’ em safras do primeiro semestre**

Rayssa Ribeiro da Costa<sup>1</sup>, Talita de Oliveira Ferreira<sup>2</sup>, Maria Auxiliadora Coêlho de Lima<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal da Paraíba/ Centro de Ciências Agrárias – Depto. de Agronomia, C.P. 66 – 58397-000 – Areia, PB – Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Vale do São Francisco/Centro de Ciências Agrárias, 56300-990 – Petrolina, PE – Brasil.

<sup>3</sup> Embrapa Semiárido, C.P. 23 – 56302-970 – Petrolina, PE – Brasil.

**Palavras-chave:** Comostos fenólicos, análise de componentes principais, vitivinicultura tropical, *Vitis labrusca* L.

**Seção acadêmica:** Ciências Agrárias

**Autor correspondente:** Maria Auxiliadora Coêlho de Lima - auxiliadora.lima@embrapa.br

## RESUMO

A qualidade e a composição fenólica pode ser influenciada pelo sistema de produção, em função do microclima na região do cacho e da interceptação da luz solar proporcionada pela arquitetura do dossel vegetativo, e pelas condições ambientais. O estudo objetivou caracterizar a qualidade e o potencial antioxidante das uvas ‘BRS Cora’ em diferentes sistemas de condução e porta-enxertos, em ciclos de produção do primeiro semestre do ano, em condições de clima tropical. Foram estudados três sistemas de condução e dois porta-enxertos, em dois ciclos produtivos referentes ao primeiro semestre de 2017 e 2018, em delineamento experimental em blocos ao acaso com parcelas sub-subdivididas no tempo. O porta-enxerto ‘IAC 766’ proporcionou maior massa média da baga. Os sistemas de condução latada ou lira proporcionaram maior estabilidade da massa da baga, dos teores de sólidos solúveis e açúcares solúveis totais, dos flavonoides amarelos e polifenóis extraíveis totais, e da atividade antioxidante nos ciclos produtivos do primeiro semestre do ano. Este estudo inferiu que as variáveis de qualidade e composição fenólica são influenciadas por fatores climáticos isolados e pela relação entre sistema de condução, porta-enxerto e ciclo produtivo.

**Keywords:** Phenolics compounds, principal component analysis, tropical vitiviculture, *Vitis labrusca* L.

## INTRODUÇÃO

A adequada seleção do sistema de condução, juntamente com um porta-enxerto específico, pode incrementar o crescimento vegetativo e produtivo da videira, determinando disposição e densidade foliares diferentes e influenciando a composição química da uva. Dependendo da arquitetura da copa, folhas e cachos da videira podem se desenvolver em condições de sombreamento ou totalmente expostos à radiação solar (Pastore et al. 2017). O sistema de condução promove alterações na fisiologia da videira que podem propiciar um

microclima desejável aos cachos para incremento da qualidade e composição fenólica da baga (Pedro Júnior et al. 2018). Por sua vez, o porta-enxerto pode interferir na fisiologia da videira, nos componentes de rendimento, vigor, fertilidade, tamanho e cor da baga bem como fenologia, influenciando também a qualidade do fruto (Miele e Rizzon 2017).

No Brasil, o Submédio do Vale do São Francisco é uma das principais regiões produtoras de uvas destinadas tanto ao consumo *in natura* quanto à elaboração de sucos e vinhos (Padilha et al. 2016; Leão et al. 2018). Está localizado numa zona de clima tropical semiárido, com temperaturas médias de 26 °C, alta intensidade de luz solar e baixa precipitação anual (Rufino e Silva 2017). Por estas condições climáticas, esta região difere das demais produtoras de uvas do Brasil e do mundo. Com a elevada incidência de radiação solar local e as altas temperaturas, a videira não apresenta dormência, tendo crescimento contínuo. Este comportamento associado à irrigação resulta em, no mínimo, duas safras ao ano, na região (Leão et al. 2018). Porém, as condições climáticas distintas em cada safra de produção do mesmo ano podem interferir na produtividade da videira e na tipicidade da uva, requerendo base de informação sobre que características são efetivamente afetadas e em que intensidade.

O objetivo desse estudo foi caracterizar a qualidade e o potencial antioxidante das uvas ‘BRS Cora’ em diferentes sistemas de condução e porta-enxertos, em ciclos de produção do primeiro semestre do ano, em condições de clima tropical.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Caracterização do experimento e delineamento experimental**

O experimento foi conduzido em parreiral implantado em dezembro de 2015 no município de Petrolina, Pernambuco, Brasil (09°09' S, 40°22' O, 376 m de altitude). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo BSwH, correspondendo a uma região semiárida muito quente (Leão et al. 2016). As plantas da cultivar Isabel Precoce foram



cultivadas em três sistemas de condução (latada, lira e espaldeira, adotando-se o espaçamento 3.0 m x 1.0 m para os três) e dois porta-enxertos (IAC 572 e IAC 766). Dois ciclos de produção do primeiro semestre do ano foram avaliados: ciclo 1, com poda de produção em 16 de janeiro de 2017 e colheita em 27 de abril de 2017; e ciclo 2, com poda de produção em 24 de janeiro de 2018 e colheita em 18 de maio de 2018.

O manejo das plantas seguiu as recomendações para a vitivinicultura tropical, na região do Submédio do Vale do São Francisco (Soares e Leão 2009). O cultivo foi irrigado por gotejamento, com aplicação diária de lâmina de irrigação, variando de acordo com os dados meteorológicos coletados a cada dia, na área experimental. Os dados climáticos da região durante o período de execução do experimento estão apresentados na Tabela 1.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com arranjo em parcelas subdivididas no tempo, em que os sistemas de condução foram dispostos nas parcelas, os porta-enxertos nas subparcelas e os ciclos de produção considerados como subsubparcelas. Quatro repetições compostas por cinco plantas cada uma foram utilizadas. De cada parcela, foram colhidos dez cachos para análises de componentes de qualidade, composição fenólica e atividade antioxidante.

### **Análises das variáveis de qualidade, composição fenólica e atividade antioxidante**

As uvas foram analisadas para características físicas e químicas. A massa do cacho (g) foi medida em balança semianalítica de precisão modelo VI 2400 (Acculab, Florida, EUA) a partir do valor médio de dez cachos. A massa da baga (g) foi determinada a partir do valor médio da massa de cinquenta bagas amostradas dos dez cachos coletados, em balança semianalítica de precisão modelo VI 2400 (Acculab, Florida, EUA). A determinação da resistência da baga à força de compressão (N) foi feita a partir de vinte bagas, separadas uniformemente dos dez cachos que formavam a unidade experimental, nas quais, por meio de texturômetro digital Extralab TA.XT.Plus (Stable Micro Systems, Surrey, Reino Unido), com

placa de pressão P/75, aferiu-se a força necessária para promover compressão de 20% do volume da baga (Ribeiro et al. 2012). A cor da casca foi medida pelos componentes luminosidade (L),  $a^*$  e  $b^*$ , em colorímetro digital (Konika Minolta, modelo CR-400), em vinte bagas representativas dos dez cachos de cada parcela.

A composição química das uvas foi determinada a partir das principais variáveis determinantes da qualidade. A acidez titulável (g de ácido tartárico 100 mL<sup>-1</sup>) foi medida em titulador automático Metrohm, modelo Titrino plus 848. O teor de sólidos solúveis (°Brix) foi determinado em refratômetro digital com compensação automática de temperatura ATAGO, modelo PAL-1, a partir do suco extraído da polpa da uva (AOAC 2010). O teor de açúcares solúveis totais (g 100 g<sup>-1</sup>) foi determinado em espectrofotômetro UV-Vis (Varian, modelo Carry 50 Bio UV-Vis) através do reativo antrona, com leitura a 620 nm (Yemn e Willis 1954). Os teores de flavonoides amarelos e de antocianinas totais da casca (mg 100 g<sup>-1</sup>) foram determinados a partir do método proposto por Francis (1982), utilizando-se álcool etílico (95%) e HCl (1,5 N), na proporção 85:15, como solução extratora. Os flavonoides amarelos foram quantificados em espectrofotômetro UV-Vis Varian modelo Carry 50 Bio, a 374 nm, e as antocianinas totais, a 535 nm. Os teores de polifenóis extraíveis totais (mg de ácido gálico 100 g<sup>-1</sup>) foram extraídos a partir da casca triturada e da polpa macerada, constituindo amostra única, em álcool metílico a 50% (primeira solução extratora) e acetona a 70% (segunda solução extratora), os teores foram determinados com os reagentes Folin-Ciocalteu e carbonato de sódio a 20%, a partir de leituras em espectrofotômetro UV-Vis Varian modelo Carry 50 Bio, a 700 nm (Larrauri et al. 1997).

Também foi quantificada a atividade antioxidante total, a partir dos métodos de captura do radical livre ABTS<sup>•+</sup> [(ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico)] ( $\mu\text{M}$  trolox g<sup>-1</sup>) e DPPH<sup>•</sup> (2,2-difenil-1-picril-hidrazil). Para o primeiro método, adotou-se o procedimento descrito por Miller et al. (1993) e adaptado por Rufino et al. (2010), com leituras em

espectrofotômetro UV-Vis Varian modelo Carry 50 Bio, a 734 nm. O segundo método seguiu a recomendação de Sanchez-Moreno et al. (1998), com as adaptações indicadas por Rufino et al. (2010). Neste caso, as leituras foram realizadas a 515 nm, no mesmo espectrofotômetro UV-Vis Varian modelo Carry 50 Bio.

### **Análise de dados**

A distribuição dos dados foi avaliada através do teste de Shapiro-Wilk. Os dados que atenderam ao princípio da normalidade foram submetidos à análise de variância, comparando-se os valores médios dos efeitos isolados de parcelas, subparcelas e subsubparcelas bem como das interações entre elas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). O atributo de cor da casca L, os teores de sólidos solúveis, de açúcares solúveis totais, de flavonoides amarelos, de antocianinas totais, de polifenóis extraíveis totais e a atividade antioxidante pelo método de captura do radical  $ABTS^{\bullet+}$  não apresentaram distribuição normal dos dados, entretanto a transformação  $\sqrt{x}$  se adequou para a maioria destas variáveis, exceto para os teores de polifenóis extraíveis totais, sendo usada, para esta, a transformação  $\sqrt{x + 1}$ . A partir das transformações, realizou-se a análise de variância e interpretação dos dados. Os dados que não apresentaram distribuição normal e não se adequaram a nenhuma transformação foram representados por médias e desvios-padrões. Os dados também foram submetidos a análises de componentes principais (ACP), a fim de avaliar o comportamento dos tratamentos sobre as variáveis, e de correlação de Pearson.

## **RESULTADOS**

A massa do cacho foi influenciada de forma isolada pelo sistema de condução e pelo ciclo de produção, tendo a videira conduzida em latada produzido cachos com maior massa, 105,22 g (Tabela 2), assim como no ciclo 2, que foi caracterizado pela maior incidência de radiação solar, apresentando cachos com 98,72 g (Tabela 3). A massa da baga foi influenciada

pelo porta-enxerto, tendo o 'IAC 766' proporcionado maior valor médio (Tabela 4). A massa da baga também foi influenciada pela interação entre o sistema de condução e o ciclo de produção, observando-se maior valor nas bagas de cultivo em latada, no ciclo 2 (Tabela 5). Ressalta-se que houve menor variação da massa média das bagas entre os ciclos produtivos avaliados quando se adotou sistema de condução em lira.

A resistência da baga à força de compressão foi influenciada pelo sistema de condução, tendo as bagas de videiras conduzidas em lira e espaldeira apresentado menor resistência à força de compressão, 9,35 e 9,39 N, respectivamente (Tabela 2). Também, foi influenciada pelo ciclo de produção, tendo as bagas do ciclo 2 exibido menor resistência à força de compressão, 8,43 N (Tabela 3).

Quanto aos atributos de cor da casca, o valor de L foi influenciado pelo ciclo de produção, tendo as bagas do ciclo 1 apresentado maior luminosidade, 30,66 (Tabela 3). Os atributos de cor  $a^*$  e  $b^*$  não apresentaram distribuição normal (Tabela 6). No ciclo 1, os valores de  $a^*$  variaram de 0,18, em bagas de videiras enxertadas sobre 'IAC 766' e conduzidas em lira, a 2,25, em bagas de cultivo em espaldeira e porta-enxerto 'IAC 572'. No ciclo 2, as bagas de videiras conduzidas em espaldeira sobre 'IAC 572' apresentaram variações nos valores de  $a^*$  desde -0,48 a 1,88. Quanto ao atributo de cor  $b^*$ , no ciclo 1, os valores variaram de -3,64, em bagas cultivadas em lira e porta-enxerto 'IAC 766', a -1,59, quando cultivadas em espaldeira e sobre 'IAC 572'. No ciclo 2, variaram de -1,92, em bagas de videiras conduzidas em espaldeira e enxertadas sobre 'IAC 766', a -0,25, quando cultivadas em latada associada a 'IAC 766'.

A acidez titulável foi influenciada de forma isolada pelos sistemas de condução, tendo o sistema espaldeira seguido de lira proporcionado menor acidez às bagas, 0,94 e 1,04 g de ácido tartárico  $100\text{ mL}^{-1}$ , respectivamente (Tabela 2). Esta variável também foi influenciada pelos ciclos de produção, com a menor acidez titulável registrada no ciclo 1: 0,98 g de ácido tartárico  $100\text{ mL}^{-1}$  (Tabela 3).

Os teores de sólidos solúveis e de açúcares solúveis totais foram influenciados pela interação entre sistema de condução e ciclos de produção (Tabela 5). O sistema de condução latada apresentou bagas com maior teor de sólidos solúveis no ciclo 1, 19,4 °Brix. No ciclo 2, não se observou diferença significativa entre os sistemas de condução. Ressalta-se que, sob latada, as bagas caracterizaram-se pela menor variação nos teores de sólidos solúveis entre os ciclos de produção. Quanto aos teores de açúcares solúveis totais, o sistema latada, no ciclo 1, resultou em bagas com maior teor, 17,00 g 100 g<sup>-1</sup>, enquanto que, no ciclo 2, essa resposta foi observada sob lira e latada, 18,27 e 17,42 g 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente. Como para os teores de sólidos solúveis, o sistema latada proporcionou menor variação nos teores de açúcares solúveis totais entre ciclos.

Os teores de flavonoides amarelos e de antocianinas totais da casca, assim como os teores de polifenóis extraíveis totais e a atividade antioxidante determinada pelo método de captura do radical ABTS<sup>•+</sup> foram influenciados pela interação entre sistema de condução, porta-enxerto e ciclo de produção (Tabela 7). Os sistemas espaldeira e latada proporcionaram maior acúmulo de flavonoides amarelos em ambos os porta-enxertos no ciclo 2. As bagas de videiras conduzidas em espaldeira e enxertadas sobre o ‘IAC 766’ apresentaram maiores teores de flavonoides amarelos: 70,79 mg 100 g<sup>-1</sup>, no ciclo 1, e 83,08 mg 100 g<sup>-1</sup>, no ciclo 2. O tratamento lira associado a ‘IAC 572’ promoveu maior estabilidade nos teores desses compostos entre os ciclos de produção, sugerindo menor influência, pelo menos até certo limite, das variações de temperatura, umidade relativa, radiação solar global e evapotranspiração potencial constatadas (Tabela 1).

No ciclo 2, ao final da maturação das uvas, observou-se o aparecimento de desordem fisiológica caracterizada por murcha nas bagas. Segundo Bondada e Keller (2012), as causas da murcha da baga no final do ciclo produtivo, como ocorrido no presente trabalho, ainda são desconhecidas. Apesar de, visualmente, a baga murcha se assemelhar a uma bola de golfe

devido a ondulações na casca, o engajo do cacho permanece saudável, mas com comprometimento do rendimento. Possivelmente, este fenômeno justifica a grande variação nos teores de antocianinas totais em função do ciclo produtivo.

No ciclo 1, quando não houve aparecimento de murcha, o sistema de condução latada foi o que exibiu maior teor de antocianinas totais na casca das bagas, sendo de 276,93 mg 100 g<sup>-1</sup>, no tratamento com o porta-enxerto 'IAC 572', e 288,99 mg 100 g<sup>-1</sup>, quando se usou 'IAC 766' (Tabela 7).

Assim como para os teores de flavonoides amarelos, as bagas de videiras conduzidas em sistema lira apresentaram menor variação para os teores de polifenóis extraíveis totais entre os ciclos produtivos (Tabela 7). Para aquelas de cultivo em espaldeira e latada, ambas associadas ao porta-enxerto 'IAC 766', no ciclo 1, observou-se maior acúmulo de polifenóis nas bagas, sendo de 227,65 mg de ácido gálico.100 g<sup>-1</sup> e 336,16 mg de ácido gálico.100 g<sup>-1</sup>, respectivamente, enquanto que, no ciclo 2, não houve diferença significativa entre os porta-enxertos.

Quanto à atividade antioxidante por ABTS<sup>•+</sup>, no ciclo 1 não houve diferença significativa entre os porta-enxertos em nenhum dos sistemas de condução estudados (Tabela 7). No ciclo 2, não houve diferença entre os porta-enxertos apenas nas bagas de cultivo em latada. Ressalta-se que o sistema de condução latada proporcionou menor variação da atividade antioxidante das bagas entre os ciclos de produção, sendo: 16,05 µM trolox g<sup>-1</sup>, no tratamento latada e 'IAC 572' do ciclo 1; 17,27 µM trolox g<sup>-1</sup>, no tratamento latada e 'IAC 766' do ciclo 1; 16,53 µM trolox g<sup>-1</sup>, no tratamento latada e 'IAC 572' do ciclo 2; e 16,39 µM trolox g<sup>-1</sup> no tratamento latada e 'IAC 766' do ciclo 2.

Os dados da atividade antioxidante determinada pelo método de captura do radical DPPH<sup>•</sup> não apresentaram distribuição normal (Tabela 6). No ciclo 1, a atividade antioxidante variou de 3188 g g<sup>-1</sup> DPPH, em bagas de cultivo em latada sobre o porta-enxerto 'IAC 572', a

6376 g g<sup>-1</sup> DPPH, naquelas de cultivo em espaldeira sobre o 'IAC 766'. No ciclo 2, a variação foi de 3026 g g<sup>-1</sup> DPPH, nas bagas de videiras conduzidas em latada e sobre 'IAC 766', a 4930 g g<sup>-1</sup> DPPH, no tratamento espaldeira associada a 'IAC 572'. Ressalta-se que a maior atividade antioxidante, caracterizada pelos menos valores, vieram de bagas conduzidas em latada em ambos os ciclos produtivos. O tratamento com este sistema de condução resultou em menor variação da atividade antioxidante entre os ciclos avaliados.

A partir da análise de componentes principais, verificou-se que os componentes 1 e 2 explicaram 77.82% da variação dos dados (Figura 1). O teor de polifenóis extraíveis totais foi a variável que melhor contribuiu para distinguir os tratamentos latada associada ao porta-enxerto 'IAC 572' no ciclo 2 (OTSR1C2) e latada associada a 'IAC 766' no ciclo 2 (OTSR2C2). Por sua vez, o teor de antocianinas totais e de açúcares solúveis totais caracterizaram melhor a distinção dos tratamentos lira associada a 'IAC 572' no ciclo 2 (LR1C2), lira associada a 'IAC 766' no ciclo 2 (LR2C2), espaldeira associada a 'IAC 572' no ciclo 2 (VSPR1C2) e a espaldeira associada a 'IAC 766' no ciclo 2 (VSPR2C2) para a qualidade das uvas. A atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical DPPH<sup>•</sup>, distinguiu os tratamentos espaldeira associada a 'IAC 572' no ciclo 1 (VSPR1C1) e a 'IAC 766' no ciclo 1 (VSPR1C1). Por sua vez, os atributos de cor L e b\* distinguiram os tratamentos lira associada a 'IAC 766' no ciclo 1 (LR2C1), lira associada a 'IAC 572' no ciclo 1 (LR1C1), latada associada a 'IAC 572' no ciclo 1 (OTSR1C1) e latada associada a 'IAC 766' no ciclo 1 (OTSR2C1). Ressalta-se que os tratamentos OTSR1C2, OTSR2C2, LR1C2, LR2C2, VSPR1C2 e VSPR2C2 estão dispostos em um quadrante do gráfico, enquanto que LR1C1, LR2C1, VSPR1C1, VSPR2C1, OTSR1C1 e OTSR2C1 estão distribuídos em outro, evidenciando uma diferenciação em função dos ciclos produtivos, mesmo em se tratando de safras do mesmo semestre do ano.

Correlações positivas e com coeficientes acima de 0,70 foram observadas entre a massa

do cacho e a massa da baga, o teor de sólidos solúveis e o teor de açúcares solúveis totais e o teor de antocianinas totais e o atributo de cor da casca b\* (Tabela 8). As correlações foram negativas e superiores a 0,70 entre a resistência da baga à força de compressão e o teor de antocianinas totais, a resistência da baga à força de compressão e o atributo de cor da casca b\*, o teor de polifenóis extraíveis totais e a atividade antioxidante determinada pelo método de captura do radical DPPH• e entre os dois métodos adotados para determinar a atividade antioxidante. Correlações importantes também foram observadas entre a atividade antioxidante determinada pelo método de captura do radical livre ABTS•+ e o teor de polifenóis extraíveis totais e entre a atividade antioxidante determinada pelo método de captura do radical livre DPPH• e o atributo de cor da casca a\*.

## **DISCUSSÃO**

No sistema de condução latada, a copa capta mais luz devido à disposição horizontal das folhas, enquanto as bagas são mais protegidas da exposição direta ao sol (Scafidi et al. 2017). A maior interceptação da radiação solar pelas folhas permite melhor utilização pelo aparelho fotossintético da planta, promovendo maior acúmulo de carboidratos, o que repercute em incremento da massa do cacho e da baga. Associado a isto, outros fatores, como a absorção de água e nutrientes, são favorecidos por uma distribuição de sistema radicular mais eficiente, decorrente do uso de determinados porta-enxertos, podendo regular o crescimento das plantas e o rendimento das culturas (Jin et al. 2016). É provável que, independentemente do sistema de condução adotado, o porta-enxerto 'IAC 766', de menor vigor comparado ao 'IAC 572', possibilitando maior absorção de água e nutrientes, tenha incrementado a massa da baga da videira 'BRS Cora'.

Elevadas temperaturas e alta incidência de radiação solar estimulam os eventos fisiológicos das plantas, incluindo a maturação dos frutos. Desta forma, promovem, também, a



antecipação e ou mais intensidade de amaciamento dos tecidos como consequência da solubilização das pectinas e da degradação de outros compostos da parede celular. Estas alterações refletem em redução da resistência da baga à força de compressão (Ribeiro et al. 2012). Desta forma, justificam os menores valores observados no ciclo 2, caracterizado por maiores temperaturas e maior radiação solar, em bagas de videiras conduzidas em lira e em espaldeira. Ressalta-se que, além disso, variações na resistência da baga à força de compressão também podem ser influenciadas pela pressão da água no interior do fruto (Jin et al. 2016).

A coloração das uvas tintas destinadas à elaboração de suco e vinho é determinada por compostos antociânicos (Leão et al. 2016), cuja síntese e acúmulo podem ser influenciados pelas diferentes combinações entre sistemas de condução e porta-enxertos (Jin et al. 2016). Observando a variação de valores de cada combinação ciclo – sistema de condução – porta-enxerto, as uvas de videiras em lira e latada sob qualquer dos porta-enxerto estudados, no ciclo 1, apresentaram coloração azul violácea mais intensa, indicado pelos valores mais negativos. A variação da espaldeira no ciclo 1 foi grande e inclui valores que foram observados no ciclo 2. Como a síntese de pigmentos está representada principalmente pela síntese de antocianinas, é influenciada tanto pela radiação solar quanto pela temperatura. Esta influência se explica porque enzimas como a fenilalanina amônia-liase (PAL), precursora da rota dos compostos fenólicos, são sensíveis a estes fatores (Wang et al. 2015), sendo regulada por eles. Os valores mais negativos, observados nas bagas de videiras em lira e latada no ciclo 1, indicando coloração violácea mais intensa, podem ser justificados pela maior exposição dessas bagas à radiação solar, proporcionada pela arquitetura da copa no sistema lira (Pedro Júnior et al. 2018), e pela alta incidência de radiação solar na copa das videiras conduzidas em latada, proporcionando um microclima favorável para a síntese de tais compostos (Scafidi et al. 2017).

Os teores de açúcares e de ácidos orgânicos são determinantes da qualidade sensorial das uvas (Jin et al. 2016). As bagas que se desenvolvem em plantas de copa aberta, como

aquelas de cultivo em lira, em oposição as que se desenvolvem em dossel sombreado, assim como as videiras cujo dossel vegetativo interceptam melhor a radiação solar, como é o caso daquelas conduzidas em latada, têm maior teor de sólidos solúveis e açúcares solúveis totais, melhor equilíbrio ácido, decorrente do menor pH e maior acidez titulável (Pedro Júnior et al. 2018). Esta informação é corroborada pelos resultados do presente trabalho.

Maiores temperaturas e maior incidência de radiação solar promovem alteração na concentração de metabólitos primários e secundários, que, conseqüentemente, promovem maior acúmulo de açúcares na uva e maior degradação de ácidos orgânicos em função do aumento da respiração (Martínez-Lüscher et al. 2016). Além disso, a disponibilidade de água no solo também modifica a concentração de açúcar na uva. Quanto menor a disponibilidade de água, o crescimento vegetativo e o consumo de carboidratos pela parte aérea são menores enquanto a quantidade de carboidratos disponíveis para as bagas é maior (Luciano et al. 2013). Entretanto, mesmo com altos índices pluviométricos, possivelmente a maior radiação solar proporcionou maior disponibilidade de carboidratos para as bagas, resultando em maiores teores de sólidos solúveis e açúcares solúveis totais.

O sistema de condução espaldeira associado ao porta-enxerto 'IAC 766' proporcionou maior acúmulo de flavonoides amarelos no ciclo 2, caracterizado, por exemplo, por maior radiação solar. Mesmo o sistema espaldeira sendo caracterizado por uma arquitetura de dossel vegetativo denso, possivelmente o porta-enxerto 'IAC 766' de menor vigor, quando comparado ao 'IAC 572', tenha proporcionado suficiente captação de radiação solar para garantir elevado acúmulo desses compostos (Angelotti-Mendonca et al. 2018; Pedro Júnior et al. 2018).

Além do comportamento do sistema de condução associado ao porta-enxerto em relação à interceptação de radiação solar, ressalta-se que porta-enxertos vigorosos induzem maior atividade respiratória. Deste modo, o consumo de energia é maior que em ramos de médio a reduzido vigor, nos quais se evidencia maior equilíbrio entre fotossíntese e respiração. Plantas

mais equilibradas acumulam, nas bagas, maiores quantidades de carboidratos, que são precursores dos compostos fenólicos. Ramos vigorosos produzem mais carboidratos, entretanto tendem a consumi-los em maior quantidade, para manter o crescimento (Angelotti-Mendonça et al. 2018). Logo, porta-enxertos de menor vigor proporcionam maior síntese e acúmulo de compostos fenólicos nas bagas.

Ressalta-se, ainda, que os sistemas de maior captação de luz incidente, lira e latada, apresentaram maior estabilidade em algumas características de qualidade e composição fenólica, nos ciclos produtivos de mesma época do ano. Esta característica auxilia a escolha prévia do sistema de condução a ser adotado no vinhedo, como meio para presumir a qualidade da uva e do produto ou produtos derivados, ao longo de safras.

Em referência à murcha das bagas, no final da maturação do ciclo 2, Bondada e Keller (2012) descreveram que as bagas acometidas por esse tipo de murcha apresentam caracteristicamente desenvolvimento sistemático de depressões superficiais em forma de pequenos recortes poligonais na casca, assemelhando-se a uma bola de golfe. O tipo de murcha observado no segundo ciclo produtivo do presente estudo coincide com a descrição dos autores supracitados, que também destacaram que não há efeitos marcantes sobre as características de qualidade da uva. Esta perspectiva é corroborada pelos dados apresentados no presente trabalho, uma vez que apenas o teor de antocianinas totais na casca pareceu ser influenciado por tal distúrbio. Possivelmente, o elevado teor de antocianinas totais na casca no ciclo 2 pode ser justificado pelo fato de que, durante a murcha, as membranas celulares progressivamente perdem sua integridade, resultando no extravasamento de compostos antociânicos das células (Rubinstein 2000).

A menor competição entre os órgãos vegetativos e produtivos por fotoassimilados ou maior exposição dos cachos pelo dossel menos denso observados em plantas enxertadas sobre porta-enxertos de menor vigor, a exemplo do 'IAC 766', quando comparado ao 'IAC 572',

podem contribuir para o maior acúmulo de compostos fenólicos na uva (Miele e Rizzon 2017). Destaca-se que o vigor do porta-enxerto pode induzir a formação de folhas e aumentar a densidade da copa, o que pode influenciar a qualidade da uva e o acúmulo de compostos fenólicos. Dessa forma, pode-se inferir que o 'IAC 766', associado aos sistemas espaldeira e latada, possibilitou abertura da copa suficiente para garantir captação de luz que estimulasse a síntese de compostos fenólicos.

De forma equivalente ao observado para os compostos fenólicos, os sistemas de condução de maior captação de radiação solar resultaram em alta atividade antioxidante das bagas e maior estabilidade entre os ciclos de mesma época do ano. A resposta é esperada uma vez que se considera que a atividade antioxidante das uvas está relacionada aos compostos fenólicos. Devido ao potencial antioxidante e às propriedades relevantes à saúde, em particular o controle ou prevenção de fatores relacionados à síndrome metabólica e doenças crônicas associadas ao envelhecimento, que é atribuído a estes compostos, justificam-se os incentivos ao consumo de uvas e seus derivados (Antoniolli et al. 2015).

Reconheceu-se que as principais variáveis afetadas pelos sistemas de condução e porta-enxertos foram os teores de polifenóis extraíveis totais, os teores de antocianinas totais, a atividade antioxidante determinada pelo método de captura do radical DPPH<sup>•</sup> e o atributo de cor da casca b\*, influenciado por pigmentos como as antocianinas. Essa resposta pode ser justificada pelo fato de que práticas de manejo do dossel interferem na interceptação de radiação solar e no microclima da região do cacho (Pastore et al. 2017), que, por sua vez, influenciam a síntese ou degradação de pigmentos (Leão e Lima 2018) e de outros compostos fenólicos (Padilha et al. 2017). Tal influência é atribuída à sensibilidade da enzima PAL, que catalisa a reação da primeira etapa da rota dos fenólicos, a variáveis climáticas como a radiação solar (Wang et al. 2015).

Altos coeficientes de correlação foram observados principalmente entre variáveis que

têm natureza ou rota química comuns, como sólidos solúveis e açúcares solúveis. Neste caso, os açúcares solúveis totais são os principais constituintes dos sólidos solúveis. A alta correlação entre polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante por DPPH<sup>•</sup>, assim como entre o teor de antocianinas totais e o atributo de cor da casca b\*, ratifica o pressuposto de que a atividade antioxidante das uvas está diretamente relacionada aos compostos do metabolismo secundário (Lorenzo et al. 2017), incluindo as antocianinas (Leão e Lima 2018). Ressalta-se, ainda, a correlação entre os métodos de determinação da atividade antioxidante, por ABTS e DPPH, indicou que a adoção de um ou outro mantém relação que permite conclusões aderentes (Lorenzo et al. 2017).

A associação do sistema de condução a um porta-enxerto específico e às condições predominantes em ciclos de produção representativos do primeiro semestre do ano, em clima semiárido tropical, afetaram a qualidade e a composição fenólica da uva 'BRS Cora'. O porta-enxerto 'IAC 766' proporcionou maior massa média da baga. Os sistemas de condução latada ou lira proporcionaram estabilidade de atributos de qualidade, como massa da baga, teores de sólidos solúveis e açúcares solúveis totais, de compostos fenólicos, como flavonoides amarelos e polifenóis extraíveis totais, e da atividade antioxidante nos ciclos produtivos de mesma época do ano, possibilitando estimar a qualidade da uva e do produto dela derivado, ao longo de safras correspondentes à mesma época do ano.

## **REFERÊNCIAS**

ANGELOTTI-MENDONÇA J, MOURA MF, FILHO JAS, VEDOATO BTF, TECCHIO MA. 2018. Rootstock on production and quality of 'Niagara Rosada' grapevine. Rev Bras Frutic 40: 1-9.

ANTONIOLLI A, FONTANA AR, PICCOLI P AND BOTTINI R. 2015. Characterization of polyphenols and evaluation of antioxidant capacity in grape pomace of the cv. Malbec. Food Chem 178: 172-178.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS (AOAC). 2010. Official methods of analysis of the Association of the Agricultural Chemists. 18ed. AOAC, Gaithersburg, MD, USA.

BONDADA BR AND KELLER M. 2012. Not all shrivels are created equal-morpho-anatomical and compositional characteristics differ among different shrivel types that develop during ripening of grape (*Vitis vinifera* L.) Berries. Am J Plant Sci 3: 879-898.

EMBRAPA SEMIÁRIDO. 2017. Médias Anuais da Estação Agrometeorológica de Bebedouro, Petrolina-PE. Embrapa Semiárido.

EMBRAPA SEMIÁRIDO. 2018. Médias Anuais da Estação Agrometeorológica de Bebedouro, Petrolina-PE. Embrapa Semiárido.

FRANCIS FJ. 1982. Analysis of anthocyanins. p. 181-207. In: Markakis, P., eds. Anthocyanins as food colors. New York, NY, USA.

JIN Z-X, SOL T-Y, SOL H, YUE Q-Y AND YAO Y-X. 2016. Modifications of ‘Summer Black’ grape berry quality as affected by the different rootstocks. Sci Hort 210: 130-137.

LARRAURI JA, RUPÉREZ P AND SAURA-CALIXTO F. 1997. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. J Agric Food Chem 45: 1390-1393.

LEÃO PCS AND LIMA MAC. 2018. Canopy management of table grapes cultivar in tropical conditions. J Agr Sci Tech 8: 228-233.

LEÃO PCS, NUNES BTG AND LIMA MAC. 2016. Canopy management effects on ‘Syrah’ grapevines under tropical semi-arid conditions. Sci Agric 73: 209-216.

LEÃO PCS, REGO JIS, NASCIMENTO JHB AND SOUZA EMC. 2018. Yield and physicochemical characteristics of 'BRS Magna' and 'Isabel Precoce' grapes influenced by pruning in the São Francisco river valley. *Cienc Rural* 48: 06, e20170463.

LORENZO C, BADEA M, COLOMBO F, ORGIU F, FRIGERIO G, PASTOR RF AND RESTANI P. 2017. Antioxidant activity of wine assessed by different *in vitro* methods. *BIO Web Conf* 9: 1-6.

LUCIANO RV, ALBUQUERQUE JÁ, RUFATO L, MIQUELLUTI DJ, WARMLING MT. 2013. Condições meteorológicas e tipo de solo na composição da uva 'Cabernet Sauvignon'. *Pesq Agropec Bras* 48: 97-104.

MIELE A AND RIZZON LA. 2017. Rootstock-scion interaction: 1. Effect on the yield components of Cabernet Sauvignon grapevine. *Rev Bras Frutic* 39: e-434.

MILLER NJ, DIPLOCK AT, RICE-EVANS C, DAVIES MJ, GOPINATHAN V AND MILNER A. 1993. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clin Sci*: 84, 407-412.

PADILHA CVS, BIASOTO ACT, CORREA LC, LIMA M DOS S AND PEREIRA GE. 2016. Phenolic compounds profile and antioxidant activity of commercial tropical red wines (*Vitis vinifera* L.) from São Francisco Valley, Brazil. *J Food Biochem* 41: 1-9.

PADILHA CVS, MISKINIS GA, SOUZA MEAO, PEREIRA GE, OLIVEIRA D, BORDIGNON-LUIZ MT AND LIMA, MS. 2017. 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 Chem* 228: 106-115.

PASTORE C, ALLEGRO G, VALENTINI G, MUZZI E AND FILIPPETTI I. 2017. Anthocyanin and flavonol composition response to veraison leaf removal on Cabernet

Sauvignon, Nero d'Avola, Raboso Piave and Sangiovese *Vitis vinifera* L. cultivars. *Sci Hort* 218: 147-155.

PEDRO JÚNIOR MJ, HERNANDES JL, MOURA MF. 2018. Performance of juice and wine grape cultivars in different training systems. *Rev Bras Frutic* 40: 1-8.

RIBEIRO TP, LIMA MAC AND ALVES RE. 2012. Maturação e qualidade de uvas para suco em condições tropicais, nos primeiros ciclos de produção. *Pesq Agropec Bras* 47: 1057-1065.

RUBINSTEIN B. 2000. Regulation of cell death in flower petals. *Plant Mol Biol* 44, 303-318.

RUFINO IAA AND SILVA ST. 2017. Análise das relações entre dinâmica populacional, clima e vetores de mudança no semiárido brasileiro: uma abordagem metodológica. *Boletim de Ciências Geodésicas* 23: 166-181.

RUFINO MSM, ALVES RE, BRITO ES, PÉREZ-JIMÉNEZ J, SAURA-CALIXTO F AND MANCINI-FILHO J. 2010. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chem* 121: 996-1002.

SÁNCHEZ-MORENO C, LARRAURI JA AND SAURA-CALIXTO F. 1998. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *J Sci Food Agric* 76: 270-276.

SCAFIDI P, BARBAGALLO MG, MAZZA M AND DOWNEY MO. 2017. Defoliation of two-wire vertical trellis: effect on grape quality. *New Zeal J Crop Hort* 46:18-38.

SOARES JM AND LEÃO PCS. 2009. A vitivinicultura no Semiárido brasileiro. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 756 p.

WANG J, MA L, XI H, WANG L AND LI S. 2015. Resveratrol synthesis under natural conditions and after UV-C irradiation in berry skin is associated with berry development stages in 'Beihong' (*V. vinifera* x *V. amurensis*). *Food Chem*. 168: 430-438.

YEMN EW AND WILLIS AJ. 1954. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. *Biochem. J.* 57: 504-514.



**Tabela 1.** Dados meteorológicos mensais do Campo Experimental de Bebedouro/Embrapa Semiárido, durante os ciclos de produção do primeiro semestre do ano, referentes ao período de 16 de janeiro a 27 de abril de 2017 e de 25 de janeiro a 18 de maio de 2018, em que foi estudada a qualidade das bagas de videiras ‘BRS Cora’ sob influência de diferentes sistemas de condução e porta-enxertos.

Período	T (°C)			UR (%)	Rad. (MJ m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup> )	Vv (m s <sup>-1</sup> )	Precip. (mm)	ET0 (mm dia <sup>-1</sup> )
	Méd.	Máx.	Mín.					
Ciclo de 16 de janeiro a 27 de abril de 2017 (Ciclo 1)								
jan/17	29,3	36,0	23,2	45,1	18,2	2,4	10,2	6,3
fev/17	29,1	35,8	23,5	54,0	19,8	2,0	23,3	5,8
mar/17	28,8	35,3	23,3	57,6	19,8	1,8	5,6	5,5
abr/17	28,0	34,2	22,6	62,0	17,4	2,4	3,2	5,4
<b>Média</b>	<b>28,4</b>	<b>34,8</b>	<b>22,9</b>	<b>56,8</b>	<b>18,4</b>	<b>2,2</b>	<b>10,5</b>	<b>5,5</b>
Ciclo de 25 janeiro a 18 maio de 2018 (Ciclo 2)								
jan/18	28,3	35,0	23,3	65,1	23,7	1,9	43,0	6,0
fev/18	27,3	33,7	23,1	80,0	21,5	1,2	66,1	4,9
mar/18	27,5	34,1	23,0	81,2	22,9	0,9	109,4	4,8
abr/18	26,2	32,3	21,6	79,3	20,6	1,1	100,5	4,3
mai/18	26,0	32,8	20,3	74,5	19,3	1,6	6,7	4,3
<b>Média</b>	<b>27,1</b>	<b>33,6</b>	<b>22,3</b>	<b>76,0</b>	<b>21,6</b>	<b>1,3</b>	<b>65,1</b>	<b>4,9</b>

T. Méd. = Temperatura média; T. Máx. = Temperatura máxima; T. Mín. = Temperatura mínima; UR = Umidade relativa; Rad. = Radiação solar global; Vv = Velocidade do vento à altura de 2,0 m; Precip. = Precipitação pluviométrica acumulada; ET0= Evapotranspiração de referência. Fonte: Estação Agrometeorológica de Bebedouro, Petrolina, PE.

Fonte: EMBRAPA SEMIÁRIDO (2017); EMBRAPA SEMÁRIDO (2018).

**Tabela 2.** Massa do cacho, resistência da baga à força de compressão e acidez titulável de uvas ‘BRS Cora’ colhidas de plantas conduzidas sob diferentes sistemas de condução, na região do Submédio do Vale do São Francisco\*

Sistema de condução	Massa do cacho (g)	Resistência à de compressão (N)	Acidez titulável (g de ácido tartárico 100 mL <sup>-1</sup> )
Espaladeira	78,60 b	9,39 b	0,94 b
Lira	87,07 b	9,35 b	1,12 a
Latada	105,22 a	10,46 a	1,04 ab
CV (%)	19,60	9,41	16,60

\*Médias seguidas, na coluna, pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 3.** Massa do cacho, resistência da baga à força de compressão, acidez titulável e luminosidade (L) da casca de uvas ‘BRS Cora’ sob influência de ciclos produtivos do primeiro semestre do ano, na região do Submédio do Vale do São Francisco\*

Ciclo de produção	Massa do cacho (g)	Resistência à compressão (N)	Acidez titulável (g de ácido tartárico 100 mL <sup>-1</sup> )	L**
16 de janeiro a 27 de maio de 2017 (Ciclo 1)	81,88 b	11,03 a	0,98 b	30,66 a
25 de janeiro a 18 de maio de 2018 (Ciclo 2)	98,72 a	8,43 b	1,11 a	27,28 b
CV (%)	19,60	9,41	16,60	3,16

\*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

\*\*Variável analisada sob transformação  $\sqrt{x}$ .

**Tabela 4.** Massa da baga de uvas ‘BRS Cora’ colhidas de plantas conduzidas sob diferentes porta-enxertos, nas condições do Submédio do Vale do São Francisco\*

Porta-enxerto	Massa da baga (g)
‘IAC 572’	2,35 b
‘IAC 766’	2,44 a
CV (%)	5,64

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 5.** Massa da baga, teor de sólidos solúveis e de açúcares solúveis totais de uvas ‘BRS Cora’ cultivadas sob três sistemas de condução em dois ciclos de produção, na região do Submédio do Vale do São Francisco\*

Sistema de condução	Ciclo de produção		CV (%)
	16 de janeiro a 27 de maio de 2017 (Ciclo 1)	25 de janeiro a 18 de maio de 2018 (Ciclo 2)	
	Massa da baga (g)		
Espaladeira	2,00 bB	2,56 aB	5,64
Lira	2,31 aA	2,37 aC	
Latada	2,29 bA	2,83 aA	
	Teor de sólidos solúveis (°Brix)**		
Espaladeira	17,5 bB	19,2 aA	2,83
Lira	16,8 bB	20,1 aA	
Latada	19,4 aA	20,0 aA	
	Teor de açúcares solúveis totais (g 100 g <sup>-1</sup> )**		
Espaladeira	15,98 aAB	16,98 aB	3,02
Lira	14,91 bB	18,27 aA	
Latada	17,00 aA	17,42 aA	

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, ou maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), em relação aos ciclos de produção e aos sistemas de condução, respectivamente.

\*\*Variável analisada sob transformação  $\sqrt{x}$ .

**Tabela 6.** Valores médios e desvios padrão dos atributos de cor da casca a\* e b\* e atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical livre DPPH•, de uvas ‘BRS Cora’ sob influência de diferentes sistemas de condução, porta-enxertos e ciclos produtivos, nas condições do Submédio do Vale do São Francisco<sup>1</sup>

Sistema de condução	16 de janeiro a 27 de maio de 2017 (Ciclo 1)		25 de janeiro a 18 de maio de 2018 (Ciclo 2)	
	‘IAC 572’	‘IAC 766’	‘IAC 572’	‘IAC 766’
	a*			
Espaladeira	1,48 ± 0,77	1,52 ± 0,71	0,70 ± 1,18	0,21 ± 0,16
Lira	0,78 ± 0,15	0,63 ± 0,45	0,59 ± 0,53	0,39 ± 0,29
Latada	0,53 ± 0,18	0,71 ± 0,20	0,09 ± 0,05	0,21 ± 0,08
CV (%)	65,02			
	b*			
Espaladeira	-2,61 ± 1,02	-2,43 ± 0,73	-1,01 ± 0,48	-1,27 ± 0,65
Lira	-2,82 ± 0,41	-3,00 ± 0,64	-0,95 ± 0,55	-0,87 ± 0,24
Latada	-2,58 ± 0,35	-2,16 ± 0,22	-0,79 ± 0,40	-0,53 ± 0,28
CV (%)	24,93			
	Atividade antioxidante por DPPH• (g g <sup>-1</sup> DPPH)			
Espaladeira	5643 ± 436	5776 ± 600	4681 ± 249	3729 ± 262
Lira	3612 ± 121	3640 ± 79	4350 ± 207	4075 ± 121
Latada	3417 ± 229	3454 ± 197	3357 ± 99	3095 ± 69
CV (%)	6,89			

<sup>1</sup>Os dados não apresentaram distribuição normal nos seus valores originais ou após transformação.

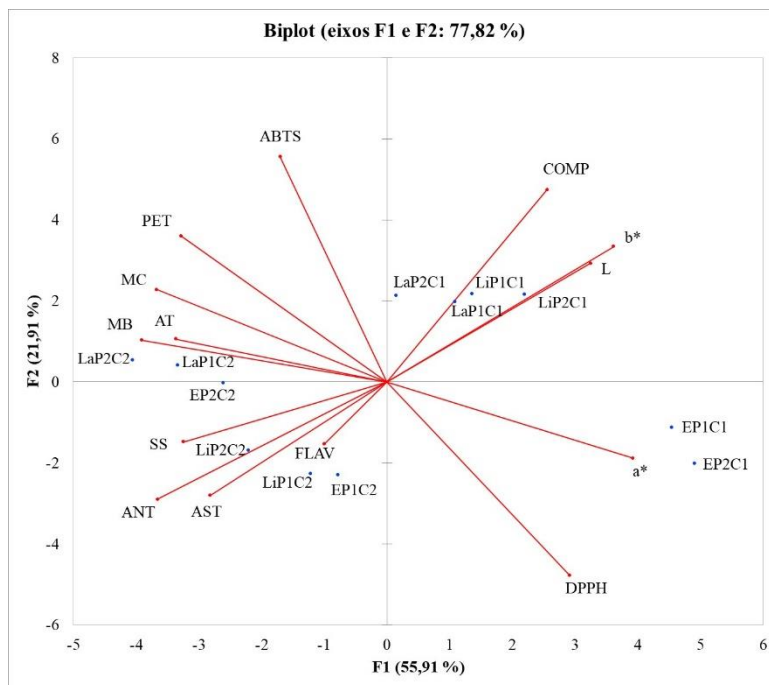
**Tabela 7.** Teores de flavonoides amarelos, de antocianinas totais, de polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical livre ABTS<sup>•+</sup>, de uvas ‘BRS Cora’, sob influência de ciclos de produção, sistemas de condução e porta-enxertos, no Submédio do Vale do São Francisco\*

Sistema de condução	16 de janeiro a 27 de maio de 2017 (Ciclo 1)		25 de janeiro a 18 de maio de 2018 (Ciclo 2)	
	IAC 572	IAC 766	IAC 572	IAC 766
Teor de flavonoides amarelos (mg 100 g <sup>-1</sup> )**				
Espaladeira	59,25 <i>bAb</i>	70,79 <i>bAa</i>	76,04 <i>aAb</i>	83,08 <i>aAa</i>
Lira	49,76 <i>aBa</i>	51,97 <i>aBa</i>	45,17 <i>aBa</i>	40,41 <i>bCb</i>
Latada	51,06 <i>bBa</i>	44,74 <i>bCb</i>	74,45 <i>aAa</i>	74,46 <i>aBa</i>
CV (%)	2,97			
Teor de antocianinas totais (mg 100 g <sup>-1</sup> )**				
Espaladeira	177,59 <i>bBb</i>	223,49 <i>bCa</i>	1517,03 <i>aAb</i>	1874,08 <i>aAa</i>
Lira	181,58 <i>bBb</i>	264,74 <i>bBa</i>	1042,31 <i>aBb</i>	1603,79 <i>aBa</i>
Latada	276,93 <i>bAa</i>	288,99 <i>bAa</i>	1506,55 <i>aAb</i>	1642,13 <i>aBa</i>
CV (%)	2,96			
Teor de polifenóis extraíveis totais (mg de ácido gálico.100 g <sup>-1</sup> ***)				
Espaladeira	147,83 <i>bBb</i>	227,65 <i>bCa</i>	287,81 <i>aBa</i>	301,92 <i>aBa</i>
Lira	288,09 <i>aAa</i>	301,65 <i>aBa</i>	273,31 <i>aBa</i>	297,30 <i>aBa</i>
Latada	301,63 <i>aAb</i>	336,16 <i>aAa</i>	327,24 <i>aAa</i>	348,02 <i>aAa</i>
CV (%)	3,07			
Atividade antioxidante por ABTS <sup>•+</sup> (µM trolox g <sup>-1</sup> )**				
Espaladeira	12,02 <i>aBa</i>	10,91 <i>bCa</i>	10,99 <i>aBb</i>	18,15 <i>aAa</i>
Lira	16,34 <i>aAa</i>	14,95 <i>aBa</i>	10,72 <i>bBb</i>	12,57 <i>bBa</i>
Latada	16,05 <i>aAa</i>	17,27 <i>aAa</i>	16,53 <i>aAa</i>	16,39 <i>aAa</i>
CV (%)	3,43			

\*Médias seguidas, na linha, pela mesma letra minúscula e em itálico, comparando os ciclos de produção dentro de cada sistema de condução em interação com cada porta-enxerto, e maiúscula, na coluna, comparando os sistemas de condução dentro de cada ciclo em interação com cada porta-enxerto, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Na linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula e em negrito, comparando os porta-enxertos dentro de cada ciclo em interação com cada sistema de condução, não diferem entre si pelo Teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

\*\*Variável analisada sob transformação  $\sqrt{x}$ .

\*\*\*Variável analisada sob transformação  $\sqrt{(x + 1)}$ .



**Figura 1.** Análise de componentes principais das variáveis determinantes da qualidade e do potencial antioxidante de uvas ‘BRS Cora’, sob influência de ciclos de produção do primeiro semestre do ano, sistemas de condução e porta-enxertos, no Submédio do Vale do São Francisco\*

Variáveis: massa do cacho (MC), massa da baga (MB), teor de sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais (AST), acidez titulável (AT), resistência da baga à força de compressão (COMP), flavonoides amarelos na casca (FLAV), antocianinas totais na casca (ANT), polifenóis extraíveis totais (PET), atividade antioxidante pelos métodos de captura dos radicais livres  $ABTS^{\bullet+}$  e  $DPPH^{\bullet}$ , luminosidade (L) e atributos de cor  $a^*$  e  $b^*$ .

Tratamentos: LaP1C1= latada associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2017; LaP2C1= latada associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2017; LiP1C1= lira associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2017; LiP2C1= lira associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2017; EP1C1= espaldeira associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2017; EP2C1= espaldeira associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2017; LaP1C2= latada associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2018; LaP2C2= latada associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2018; LiP1C2= lira associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2018; LiP2C2= lira associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2018; EP1C2= espaldeira associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2018; EP2C2= espaldeira associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2018.

**Tabela 8.** Coeficientes de correlação de Pearson das variáveis massa do cacho (MC), massa da baga (MB), teor de sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais (AST), acidez titulável (AT), resistência da baga à força de compressão (COMP), flavonoides amarelos na casca (FLAV), antocianinas totais na casca (ANT), polifenóis extraíveis totais (PET), atividade antioxidante determinada pelos métodos de captura dos radicais livres ABTS<sup>•+</sup> e DPPH<sup>•</sup>, e os atributos de cor da casca luminosidade (L), a\* e b\* de uvas ‘BRS Cora’ sob influência de sistemas de condução, porta-enxertos e ciclos de produção, na região do Submédio do Vale do São Francisco<sup>1</sup>

Variável	MB	SS	AST	AT	COMP	FLAV	ANT	PET	ABTS	DPPH	L	a*	b*
MC	<b>0,730</b>	<b>0,327</b>	0,249	0,276	-0,198	0,139	<b>0,432</b>	<b>0,557</b>	<b>0,419</b>	<b>-0,591</b>	<b>-0,337</b>	<b>-0,431</b>	<b>0,401</b>
MB		<b>0,382</b>	<b>0,288</b>	<b>0,538</b>	-0,259	<b>0,390</b>	<b>0,656</b>	<b>0,606</b>	<b>0,465</b>	<b>-0,622</b>	<b>-0,465</b>	<b>-0,674</b>	<b>0,511</b>
SS			<b>0,929</b>	<b>0,288</b>	<b>-0,316</b>	0,023	<b>0,563</b>	<b>0,429</b>	0,159	<b>-0,289</b>	<b>-0,317</b>	<b>-0,411</b>	<b>0,473</b>
AST				0,236	<b>-0,434</b>	-0,045	<b>0,553</b>	0,275	-0,032	-0,122	-0,272	<b>-0,288</b>	<b>0,463</b>
AT					-0,123	-0,057	<b>0,377</b>	<b>0,443</b>	0,234	<b>-0,473</b>	<b>-0,287</b>	<b>-0,644</b>	0,117
COMP						-0,175	<b>-0,701</b>	-0,031	<b>0,348</b>	-0,112	<b>0,471</b>	0,074	<b>-0,728</b>
FLAV							<b>0,386</b>	-0,065	0,133	0,082	-0,194	-0,142	0,278
ANT								<b>0,407</b>	0,030	-0,265	<b>-0,611</b>	<b>-0,473</b>	<b>0,834</b>
PET									<b>0,670</b>	<b>-0,865</b>	<b>-0,285</b>	<b>-0,583</b>	<b>0,297</b>
ABTS										<b>-0,774</b>	0,036	<b>-0,438</b>	-0,105
DPPH											0,163	<b>0,631</b>	-0,151
L												0,239	<b>-0,626</b>
a*													-0,192

<sup>1</sup>Os valores em negrito são significativos pelo teste t ( $p \leq 0,05$ ).

### **CAPÍTULO III**

**Sistemas de condução, porta-enxertos e condições climáticas influenciam a  
qualidade e a atividade antioxidante de uvas ‘BRS Cora’**

(Submissão à Scientia Agricola)

**Título corrido:** Fatores de produção e qualidade de uvas

**Categoria do manuscrito:** Ciência da colheita

**Sistemas de condução, porta-enxertos e condições climáticas influenciam a qualidade e a atividade antioxidante de uvas ‘BRS Cora’**

Rayssa Ribeiro da Costa<sup>1</sup>, Talita de Oliveira Ferreira<sup>2</sup>, Maria Auxiliadora Coêlho de Lima<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal da Paraíba/CCA – Depto. de Agronomia, C.P. 66 – 58397-000 – Areia, PB – Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Vale do São Francisco, 56300-990 – Petrolina, PE – Brasil.

<sup>3</sup> Embrapa Semiárido, C.P. 23 – 56302-970 – Petrolina, PE – Brasil.

\*Corresponding author: auxiliadora.lima@embrapa.br



## Resumo

Fatores do ambiente e do sistema de produção podem afetar a fisiologia da videira, determinando diferenças na produtividade e qualidade das uvas. Estimar estas alterações é fundamental para o planejamento da safra e da qualidade do produto pretendido. O estudo caracterizou a qualidade e o potencial antioxidante das uvas ‘BRS Cora’ em diferentes sistemas de condução e porta-enxertos, em ciclos de produção do segundo semestre do ano, em condições tropicais. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas no tempo, com quatro repetições. Foram estudados três sistemas de condução e dois porta-enxertos, em dois ciclos produtivos referentes ao segundo semestre de 2017 (ciclo 1) e 2018 (ciclo 2). No ciclo 1, as uvas de plantas cultivadas em lira e espaldeira tiveram os maiores teores de sólidos solúveis e açúcares solúveis totais e, no ciclo 2, essa resposta ocorreu no tratamento latada. No ciclo 2, o sistema lira associado ao ‘IAC 572’ promoveu maior acúmulo de flavonoides amarelos e antocianinas totais na casca. As condições climáticas do ciclo 1 proporcionaram maior acúmulo de polifenóis extraíveis totais e elevada atividade antioxidante nas uvas cultivadas em lira sobre ‘IAC 766’. Não houve uma combinação entre sistema de condução e porta-enxerto que proporcionasse estabilidade das variáveis de qualidade e composição fenólica ao longo dos ciclos. A eficiência de cada sistema de condução dentro de cada ciclo produtivo, associado ao efeito do porta-enxerto sobre a cultivar copa resulta em respostas diferenciadas conforme as condições climáticas.

**Palavras-chaves:** *Vitis labrusca* L., componentes de qualidade, compostos fenólicos, análise de componentes principais, vitivinicultura tropical.

## Introdução

O Submédio do Vale do São Francisco é uma das principais regiões produtoras de uvas do Brasil. O clima na região é classificado, segundo Köeppen, como BswH, correspondendo a uma região semiárida muito quente (Leão et al., 2016). Tais condições climáticas diferenciam essa região das demais produtoras de uvas do Brasil e do mundo (Leão et al., 2018). Devido à alta incidência de radiação solar local e às elevadas temperaturas, a videira não apresenta dormência, o que acarreta em crescimento contínuo. Tal comportamento, quando associado à irrigação, resulta em, pelo menos, duas colheitas durante o ano (Ribeiro et al., 2012), que podem apresentar diferenças entre si em relação à produtividade da videira e à composição química do fruto.

Nos últimos anos, o segmento de elaboração de sucos tem se tornado bastante importante para esta região, tendo as variedades de uva ‘Isabel Precoce’, ‘BRS Cora’, ‘BRS Violeta’ e ‘BRS Magna’ como alicerce da produção para este fim (Leão et al., 2018). A cultivar híbrida ‘BRS Cora’ tem sido bastante utilizada na elaboração e enriquecimento da coloração de sucos por apresentar sabor agradável, típico de uva *Vitis labrusca* L., e mosto intensamente colorido. Com o grande potencial vitícola na região do Submédio do Vale do São Francisco, a ‘BRS Cora’, além de melhorar a cor, que é um atributo importante em relação à qualidade do suco de uva, contribui para o incremento dos teores de compostos fenólicos e de ácidos orgânicos ao suco (Ribeiro et al., 2012; Lima et al., 2014).

Para melhorar a qualidade da uva e, conseqüentemente, dos produtos derivados dela, várias práticas culturais, como a escolha propícia do sistema de condução e porta-enxerto, são utilizadas com o fim de adequar equilíbrio entre a parte vegetativa e produtiva da planta. Neste sentido, o manejo do dossel vegetativo permitirá maior insolação e aeração do vinhedo, oferecendo um microclima favorável ao incremento da qualidade e composição fenólica da uva (Leão et al., 2016; Hickey et al., 2018).

O objetivo desse estudo foi caracterizar a qualidade e o potencial antioxidante das uvas ‘BRS Cora’ em diferentes sistemas de condução e porta-enxertos, em ciclos de produção do segundo semestre do ano, em condições tropicais.

## **Material e Métodos**

### **Características da área experimental**

O experimento foi conduzido em Petrolina, Pernambuco (09°09' S, 40°22' O, 376 m de altitude), em parreiral implantado em dezembro de 2015. O clima da região é caracterizado como semiárido tropical ou, segundo Köppen, como BSw<sub>h</sub>, seco e quente, com uma estação chuvosa no período de janeiro a abril, com precipitação média anual de 503 mm, umidade relativa do ar de 64%, temperatura média de 26,1 °C, radiação solar global de 18 MJ m<sup>-2</sup> dia<sup>-1</sup>, velocidade do vento de aproximadamente 2 m s<sup>-1</sup> e evapotranspiração de referência de 7 mm dia<sup>-1</sup> (Embrapa Semiárido, 2015). As plantas na área experimental foram instaladas sob três sistemas de condução (latada, lira e espaldeira, todos em espaçamento de 3,0 m x 1,0 m) e dois porta-enxertos (IAC 572 e IAC 766). Os tratamentos culturais seguiram as recomendações para a vitivinicultura do Submédio do Vale do São Francisco (Soares e Leão, 2009), sendo a irrigação realizada diariamente por gotejamento, com lâmina de água variando de acordo com os dados meteorológicos coletados para cada dia, na área experimental. Os dados climáticos da região durante o período de execução do experimento estão apresentados na Tabela 1.

### **Tratamentos e desenho experimental**

As plantas da variedade ‘BRS Cora’ foram cultivadas em três sistemas de condução, sendo eles latada, lira e espaldeira, e em dois diferentes porta-enxertos, ‘IAC 572’ e ‘IAC 766’. Dois ciclos de produção do segundo semestre do ano foram avaliados: ciclo 1 - de 04 de julho

de 2017 (poda) a 25 de outubro de 2017 (colheita); e ciclo 2 - de 25 de junho de 2018 (poda) a 09 de outubro de 2018 (colheita).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em parcelas subdivididas no tempo, sendo as parcelas representadas pelos sistemas de condução, as subparcelas correspondendo aos porta-enxertos e as subsubparcelas aos ciclos de produção. Utilizou-se quatro repetições, cada qual composta por cinco plantas, das quais foram colhidos dez cachos de cada parcela experimental para análises de componentes de qualidade, composição fenólica e atividade antioxidante.

### **Análises de componentes de qualidade**

Os componentes de qualidade avaliados foram: massa do cacho (g); massa da baga (g); resistência da baga à força de compressão (N); os atributos de cor da casca luminosidade (L),  $a^*$  (que avalia variações do vermelho e do verde) e  $b^*$  (variações do amarelo e do azul); acidez titulável (g de ácido tartárico 100 mL<sup>-1</sup>); teor de sólidos solúveis (°Brix) e de açúcares solúveis totais (g 100 g<sup>-1</sup>).

A massa do cacho foi dada a partir do valor médio de dez cachos, medida em balança semianalítica de precisão modelo VI 2400 (Acculab, Florida, EUA), e a massa da baga, a partir do valor médio da massa de cinquenta bagas frescas e sadias amostradas dos dez cachos coletados, em balança semianalítica.

Os atributos de cor da casca foram medidos em L,  $a^*$  e  $b^*$  através de colorímetro digital (Konika Minolta, modelo CR-400), a partir de vinte bagas representativas, coletadas uniformemente das regiões superior, mediana e inferior dos dez cachos de cada parcela experimental.

Para medir a resistência da baga à força de compressão, foram usadas vinte bagas, separadas uniformemente dos dez cachos que formavam a unidade experimental, nas quais,

através de texturômetro digital Extralab TA.XT.Plus (Stable Micro Systems, Surrey, Reino Unido), com placa de pressão P/75, foi aferida a força necessária para promover compressão de 20% do volume da baga (Ribeiro et al., 2012).

A acidez titulável foi medida com auxílio de titulador automático digital com potenciômetro Metrohm, modelo Titrino plus 848. O teor de sólidos solúveis foi determinado em refratômetro digital com compensação automática de temperatura ATAGO, modelo PAL-1, a partir do suco extraído da polpa da uva (AOAC, 2010). Os teores de açúcares solúveis totais foram determinados em espectrofotômetro UV-Vis (Varian, modelo Carry 50 Bio UV-Vis) através do reativo antrona, com leitura no comprimento de onda de 620 nm (Yemn e Willis, 1954).

### **Análises dos teores dos compostos fenólicos e da atividade antioxidante**

Os teores de compostos fenólicos foram avaliados por meio dos teores de flavonoides amarelos e de antocianinas totais da casca da uva ( $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ) e de polifenóis extraíveis totais na casca e polpa, conjuntamente ( $\text{mg de ácido gálico } 100 \text{ g}^{-1}$ ). Por sua vez, para a determinação da atividade antioxidante total na casca e polpa foram adotados os métodos de captura dos radicais livres ABTS<sup>•+</sup> [(ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico)], expresso em  $\mu\text{M trolox } \text{g}^{-1}$ , e DPPH<sup>•</sup> (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), em  $\text{g } \text{g}^{-1}$  DPPH.

Os teores de flavonoides amarelos e de antocianinas totais na casca das uvas foram determinados a partir do método proposto por Francis (1982), utilizando-se uma solução extratora composta por álcool etílico (95%) e HCl (1.5 N) na proporção 85:15. Os extratos foram mantidos de um dia para outro em geladeira e protegidos da luz. No dia seguinte, os flavonoides amarelos foram quantificados em espectrofotômetro UV-Vis Varian modelo Carry 50 Bio, a 374 nm, e as antocianinas totais, a 535 nm.

Para determinar os teores de polifenóis extraíveis totais e a atividade antioxidante pelos métodos ABTS<sup>•+</sup> e DPPH<sup>•</sup>, foram utilizados extratos preparados a partir da casca triturada e polpa macerada de cada amostra. Álcool metílico a 50% foi utilizado como primeira solução extratora e acetona a 70%, como segunda (Larrauri et al., 1997).

Os teores de polifenóis foram determinados com auxílio do reagente Folin-Ciocalteu e carbonato de sódio a 20%, a partir de leituras em espectrofotômetro UV-Vis Varian modelo Carry 50 Bio, no comprimento de onda de 700 nm (Larrauri et al., 1997).

A atividade antioxidante determinada pelo método ABTS<sup>•+</sup> seguiu o procedimento descrito por Miller et al. (1993) e adaptado por Rufino et al. (2010), com leituras em espectrofotômetro UV-Vis Varian modelo Carry 50 Bio, no comprimento de onda de 734 nm. Utilizando-se o DPPH<sup>•</sup>, a atividade foi medida a partir de método apresentado por Sanchez-Moreno et al. (1998) e adaptado por Rufino et al. (2010), com as leituras realizadas a 515 nm, no mesmo espectrofotômetro mencionado.

### **Análise de dados**

A distribuição normal dos dados foi avaliada através do teste de Shapiro-Wilk. Os dados que atenderam ao princípio da normalidade foram submetidos à análise de variância pelo teste F, comparando-se os valores médios dos efeitos isolados de parcelas, subparcelas e subsubparcelas bem como das interações possíveis entre elas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. O atributo de cor da casca a\* não apresentou distribuição normal dos dados, entretanto a transformação  $\sqrt{(x + 1)}$  se adequou, tendo sido usada para a aplicação da análise de variância e interpretação dos dados. Os dados que não apresentaram distribuição normal e não se adequaram a nenhuma transformação foram analisados por estatística descritiva, utilizando suas médias e desvios-padrões. Os dados também foram submetidos à análise de

componentes principais (PCA) a fim de avaliar o comportamento dos tratamentos sobre as variáveis.

## **Resultados e Discussão**

### **Componentes de qualidade**

Dentre os componentes de qualidade avaliados, a massa do cacho, a massa da baga, a resistência da baga à força de compressão e o atributo de cor da casca  $b^*$  não apresentaram distribuição normal. No primeiro ciclo avaliado, o maior valor médio da massa do cacho, 218,45 g, foi obtido de plantas conduzidas em sistema lira e sobre o porta-enxerto 'IAC 766' (Tabela 2). No segundo ciclo avaliado, o tratamento espaldeira associado ao porta-enxerto 'IAC 572' diferenciou-se pelos menores valores médios de massa dos cachos, 112,12 g. Ressalta-se que, sob os sistemas de condução espaldeira e lira, independente do porta-enxerto, os valores de massa dos cachos foram maiores no ciclo 1. Ao contrário, valores mais estáveis entre ciclos foram observados com o sistema de condução em latada. Ribeiro et al. (2012) relataram diferenças na massa dos cachos em uvas 'BRS Cora' colhidas de plantas conduzidas em latada, para safras do mesmo ano, que correspondem a semestres diferentes, no Submédio do Vale do São Francisco. Para o período de temperaturas mais amenas, observaram massa de cachos de 126 g, aproximadamente, enquanto no ciclo seguinte (segundo semestre do ano) os valores foram de cerca de 75 g.

De acordo com as variações dos valores em torno das médias, verificou-se diferenças entre os porta-enxertos estudados em relação à massa da baga, no ciclo 1, para o sistema de condução latada, apresentando maiores valores quando associado ao porta-enxerto 'IAC 766' (Tabela 2). Possivelmente, este maior rendimento está relacionado ao fato de que o sistema de condução latada é bastante eficiente na captação de luz incidente e utilização da mesma pelo aparelho fotossintético das plantas (Creasy e Creasy, 2009). Associado a isto, a influência dos

porta-enxertos sobre a massa da baga pode estar relacionada ao vigor, uma vez que, sob condições ideais de clima e solo, porta-enxertos mais vigorosos, como o 'IAC 572', podem transmitir excesso de vigor vegetativo ao dossel, afetando negativamente a produtividade e o rendimento (Angelotti-Mendonça et al., 2018). Desta forma, justifica-se o maior rendimento em plantas enxertadas sobre o 'IAC 766', no presente estudo.

Cultivares de uva destinadas à elaboração de suco que tenham menor resistência da baga à força de compressão desprendem-se do pedicelo com maior facilidade, o que permite maior rendimento no processo de desengace, que antecede a maceração das uvas (Ribeiro et al., 2012). Entretanto, no presente estudo, as bagas apresentaram alta resistência à força de compressão, com valores variando, no ciclo 1, de 8,65 N em bagas de videiras conduzidas em espaldeira e porta-enxerto 'IAC 766' a 11,80 N nas bagas de videiras em latada associada ao 'IAC 572', e no ciclo 2, de 9,87 N em bagas de videiras em latada com porta-enxerto 'IAC 572' a 11,52 em bagas de cultivo em sistema espaldeira e porta-enxerto 'IAC 572' (Tabela 2). Ribeiro et al. (2012) relataram valores variando de 2,3 a 5,08 N, em diferentes ciclos, para essa mesma variedade. Leão et al. (2016) observaram valores médios de 1,87; 2,89; 3,13 e 2,36 N em diferentes safras da cultivar de uva de vinho 'Syrah', estando os valores obtidos no presente trabalho, para esta variável, acima dos registrados na literatura para uvas destinadas à elaboração de suco e vinho.

Em ambos os ciclos produtivos, o atributo de cor da casca  $b^*$  apresentou variabilidade das médias e desvios-padrões em função dos porta-enxertos. No sistema de condução latada, verificou-se que as uvas colhidas de plantas enxertadas sobre o 'IAC 572' apresentaram coloração relativamente mais azulada que aqueles do tratamento com o porta-enxerto 'IAC 766' em ambos os ciclos produtivos (Tabela 2). Com a adoção do porta-enxerto 'IAC 572', os valores observados variaram de -2,75 a -3,55, no ciclo 1, e de -2,70 a -3,62, no ciclo 2. Esta faixa de valores compreende a variação observada em praticamente todos os tratamentos em



espaldeira e lira combinados aos dois porta-enxertos, em ambos os ciclos de produção avaliados, de forma que é possível reconhecer, de maneira geral, respostas equivalentes para o atributo de cor  $b^*$ , neste grupo de tratamentos. Este atributo de cor indica a intensidade de pigmentação azul/violácea. A cor violácea intensa é uma das características mais importantes no suco de uva, pois é muito apreciada pelo consumidor e, sendo a cultivar BRS Cora destinada a este segmento, valores mais negativos para o atributo de cor  $b^*$  são desejáveis. Possivelmente, a arquitetura do dossel do sistema de condução latada associada ao efeito do porta-enxerto 'IAC 572' sobre a videira tenha proporcionado maior acúmulo de pigmentos de tons azulados em ambos os ciclos produtivos, comparado ao observado com o uso de 'IAC 766', determinando maior intensidade na coloração violácea das cascas da uva, no presente trabalho.

O atributo de cor da casca L foi influenciado significativamente pelos sistemas de condução e ciclos produtivos isoladamente. As bagas do cultivo em latada tiveram maior brilho, 30,04, que aquelas colhidas de plantas em lira (Tabela 3). As bagas provenientes do segundo ciclo produtivo avaliado tiveram maior brilho, apresentando valor médio de 30,65 (Tabela 4). Ribeiro et al. (2012) relataram bagas de plantas da cultivar BRS Cora cultivadas no Submédio do Vale do São Francisco com luminosidade na casca de 24,98 em ciclo produtivo referente ao segundo semestre. De acordo com os autores, baixos valores de L podem ser decorrentes de maior quantidade de cera epicuticular (pruína) sobre as bagas. Ressalta-se ainda que, por se tratar de uma variedade de uva destinada à elaboração de suco, e a casca após processada se torna resíduo, o valor de L da casca não possui a mesma importância que tem para as cultivares de consumo *in natura*, uma vez que, para estas, almeja-se melhor aparência, visando atrair o consumidor.

Quanto ao atributo de cor da casca  $a^*$ , referente à intensidade da cor vermelha, houve influência significativa do ciclo produtivo, observando-se maior valor (1,14), indicando maior intensidade de cor vermelha às bagas, no ciclo 1 (Tabela 4). A alta incidência da radiação solar

é um fator climático que contribui diretamente no aumento da coloração vermelha das bagas. Além deste, outro fator que influencia a coloração dos frutos é a umidade relativa do ar, por interferir na síntese de pigmentos vermelhos (antociânicos). Quando se tem umidade relativamente baixa, ocorre déficit de pressão de vapor, resultando em redução da transpiração e da fotossíntese, que afeta negativamente os eventos associados ao crescimento e, em etapa posterior, à síntese e acúmulo de flavonoides, como as antocianinas (Vogt et al., 1994). Essa pressuposição pode confirmar a menor intensidade da coloração vermelha dos frutos no ciclo 2, caracterizado por menor umidade relativa durante a fase de maturação.

O teor de sólidos solúveis e o teor de açúcares solúveis totais foram influenciados significativamente pela interação entre os sistemas de condução e ciclos produtivos (Tabela 5). Os sistemas de condução lira e espaldeira proporcionaram maiores teores de sólidos solúveis no primeiro ciclo produtivo, sendo de 21,8 e 21,3 °Brix, respectivamente, enquanto que, no segundo ciclo produtivo avaliado, os maiores teores foram observados nas bagas de cultivo em latada, 21,6 °Brix. Silva et al. (2018), em experimento conduzido numa região de clima tropical com inverno seco, em Votuporanga, São Paulo, Brasil, verificaram teor de sólidos solúveis médio de 15,9 °Brix, para a uva ‘BRS Cora’. Logo, as condições edafoclimáticas da região do Submédio do Vale do São Francisco possibilitam a obtenção de uvas com elevados teores de sólidos solúveis, que, quando cultivadas em sistema de condução apropriado para determinado período, podem se tornar diferenciados.

Os teores de açúcares solúveis totais, no primeiro ciclo produtivo, foram maiores nas bagas de cultivo em lira e espaldeira, 20,58 e 19,67 g 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente (Tabela 5). No segundo ciclo produtivo, o maior valor para esta variável foi nas bagas do cultivo em latada. Como os açúcares solúveis totais são os principais constituintes dos sólidos solúveis, essas variáveis apresentam respostas correspondentes, conforme observado no presente estudo. As alterações na parte aérea da planta, proporcionadas pelo sistema de condução, interferem

diretamente na sua resposta aos fatores climáticos, refletindo na produção de fotoassimilados (Martínez-Lüscher et al., 2016). Assim como no presente trabalho, Greer e Weedon (2012) relataram que elevadas temperaturas e alta incidência de radiação solar podem aumentar significativamente as taxas fotossintéticas e o acúmulo de carboidratos, e conseqüentemente os teores de sólidos solúveis dos açúcares solúveis totais. Ainda que em uma região semiárida tropical, onde as altas temperaturas também induzem aumentos na fotorrespiração, os resultados deste estudo sugerem um balanço positivo para a fotossíntese. Logo, estratégias de manejo do dossel, como adoção de adequado sistema de condução, a fim de promover a exposição à luz solar pode contribuir para proporcionar uma temperatura favorável na região dos cachos para que haja devido acúmulo de açúcares nas bagas (Martínez-Lüscher et al., 2016).

A acidez titulável foi influenciada pela interação entre sistemas de condução e ciclos de produção, assim como pela interação entre porta-enxertos e ciclos de produção (Tabelas 5 e 6). Verificou-se uma menor variação da acidez titulável entre os ciclos de produção nas bagas de cultivo em espaldeira e lira, sendo, em média, de até 0,70 g de ácido tartárico 100 mL<sup>-1</sup>. As bagas de cultivo em latada tiveram maior acidez titulável no primeiro ciclo produtivo, 1,41 g de ácido tartárico 100 mL<sup>-1</sup> (Tabela 5). A radiação solar e temperatura são fatores que também influenciam a degradação de ácidos orgânicos em função do aumento que promovem na respiração, repercutindo em redução da acidez titulável (Etienne et al., 2013). A relação desses fatores climáticos com o acúmulo de açúcares e de alguns pigmentos, bem como com a degradação de ácidos orgânicos pode ser explicada pela regulação positiva de genes estruturais, como os que codificam para chalcona sintase (CHS), flavonoide-*O*-metil transferase 2 (OMT2) e glutathione-*S*-transferase (GST), e de outros que são regulatórios, a exemplo de alguns da família MYB, como MYBA1 e MYBF1 (Martínez-Lüscher et al., 2016).

As bagas de videiras cultivadas sobre o porta-enxerto 'IAC 572' tiveram menor variação na acidez titulável entre os ciclos produtivos quando comparadas com as cultivadas sobre o

'IAC 766' (Tabela 6). O porta-enxerto 'IAC 572' associado às condições climáticas do primeiro ciclo produtivo proporcionou às bagas menor acidez titulável: 1,06 g de ácido tartárico 100 mL<sup>-1</sup>. Ribeiro et al. (2012), em estudo na região do Submédio do Vale do São Francisco, verificaram acidez titulável na uva 'BRS Cora' de 1,23 g de ácido tartárico 100 mL<sup>-1</sup>, em ciclo produtivo referente ao segundo semestre do ano. Entretanto, os autores relatam que isso pode ter ocorrido em virtude dos sinais de murcha das bagas que teriam acarretado maior concentração dos vários compostos presentes na polpa. Silva et al. (2018), na região de Votuporanga, São Paulo, verificaram que esta mesma cultivar apresentou acidez titulável de 1,30 g de ácido tartárico 100 mL<sup>-1</sup>. As uvas 'BRS Cora' têm, como uma de suas características, alta acidez titulável. Entretanto, possivelmente, as condições edafoclimáticas do Submédio do Vale do São Francisco, associadas aos sistemas de condução lira e espaldeira e ao porta-enxerto 'IAC 572' proporcionam maior degradação de ácidos orgânicos, caracterizando de forma particular a uva produzida na região. Ressalta-se que, para as cultivares destinadas à elaboração de suco, a importância de se definir componentes do sistema de produção a partir do potencial de acúmulo de sólidos solúveis nas uvas, bem como das taxas de degradação de ácidos orgânicos, está relacionado à determinação do sabor e à conservação do produto final.

### **Compostos fenólicos e atividade antioxidante**

Interações significativas foram observadas entre sistemas de condução, porta-enxertos e ciclos de produção para os teores de flavonoides amarelos e de antocianinas totais da casca (Tabela 7). Em consequência do desdobramento da análise de interação tripla, quanto aos teores de flavonoides amarelos, as uvas de cultivo em espaldeira diferiram estatisticamente entre os ciclos de produção quando enxertadas sobre o 'IAC 572', com 47,19 mg 100 g<sup>-1</sup>, no ciclo 1, e 38,57 mg 100 g<sup>-1</sup>, no ciclo 2. Mesmo comportamento foi observado nas uvas de plantas cultivadas em sistema lira e sobre o porta-enxerto 'IAC 572', sendo que os maiores teores foram

registrados no ciclo 2. Quanto ao sistema de condução latada, verificou-se que ambos os porta-enxertos proporcionaram diferença significativa, para o acúmulo desses compostos nas uvas, entre os ciclos avaliados. Entretanto, o ‘IAC 572’ associado ao sistema latada promoveu maior acúmulo de flavonoides amarelos na casca das uvas da cultivar copa no ciclo 1, enquanto que, no ciclo 2, o maior teor foi observado sobre o porta-enxerto ‘IAC 766’. Ressalta-se que, no ciclo 1, os maiores teores de flavonoides amarelos foram quantificados nas uvas de cultivo em latada e espaldeira sobre o ‘IAC 572’, sendo de 47,49 e 47,19 mg 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente. No ciclo 2 e sobre o mesmo porta-enxerto, as uvas de cultivo em lira foram as que tiveram maior acúmulo desses compostos, 48,09 mg 100 g<sup>-1</sup>.

A radiação solar unicamente pode regular a biossíntese de substâncias fenólicas (Carbonell-Bejerano et al., 2014) e este fator é reivindicado como responsável por uma grande parte da melhoria da composição da uva atribuída a uma boa exposição dos cachos à luz (Teixeira et al., 2013). Todavia, temperaturas muito elevadas, em torno de 35 °C, podem degradar alguns compostos fenólicos, como os flavonoides (Oliveira et al., 2015). Logo, o sistema de produção, determinado pelo sistema de condução e porta-enxerto específico, influencia diretamente a composição da uva, em decorrência do grau de exposição dos cachos à radiação solar e à temperatura, que repercutem na eficiência de síntese e acúmulo de compostos fenólicos.

Quanto aos teores de antocianinas totais na casca, as uvas de cultivo em espaldeira tiveram maior acúmulo no ciclo 1 (426,45 mg 100 g<sup>-1</sup>) quando associadas ao porta-enxerto ‘IAC 572’ (Tabela 7). No ciclo 2, o maior acúmulo ocorreu em uvas de plantas enxertadas sobre o ‘IAC 766’ (424,02 mg 100 g<sup>-1</sup>). Quando cultivadas em sistema lira, as condições climáticas do ciclo 2 proporcionaram maiores teores desses compostos (514,43 mg 100 g<sup>-1</sup>) quando o porta-enxerto adotado foi ‘IAC 572’. Em se tratando das uvas conduzidas em latada no ciclo 2, diferentemente do ocorrido naquelas do sistema lira, os maiores teores desses compostos foram

observados quando sobre o porta-enxerto 'IAC 766' (468,40 mg 100 g<sup>-1</sup>). Ressalta-se que, no ciclo 1, as uvas de cultivo em espaldeira, em ambos os porta-enxertos, sobressaíram-se quanto ao acúmulo desses compostos, quando comparadas aos demais sistemas avaliados. No ciclo 2, utilizando o porta-enxerto 'IAC 572', o sistema lira promoveu maior acúmulo, enquanto sobre o 'IAC 766' o sistema latada é que se sobressaiu.

O aumento nos teores de antocianinas totais está relacionado com a regulação positiva da luz sobre proteínas envolvidas na rota biossintética desses compostos (Wang et al., 2015). A radiação solar promove a biossíntese de antocianinas, efeito que pode ser mediado pela regulação positiva entre a radiação e o gene MYBF1, que determina uma resposta sobre o gene CHS, responsável pela síntese de precursores de uma gama de flavonoides, dentre eles as antocianinas (Martínez-Lüscher et al., 2016). Neste sentido, a arquitetura do dossel vegetativo, resultante do sistema de condução e porta-enxerto adotados, é de fundamental importância para garantir a exposição dos cachos à radiação solar ideal para a biossíntese e acúmulo de antocianinas na baga.

Os dados de teores de polifenóis extraíveis totais não apresentaram distribuição normal. Maiores teores médios de polifenóis extraíveis totais foram observados no segundo ciclo produtivo (Tabela 2). Reconhece-se que os compostos fenólicos da uva podem ser afetados por estímulos externos, como radiação solar e temperatura (Badhani et al., 2015). Possivelmente, as maiores temperaturas e maior incidência da radiação solar durante o período de maturação do ciclo 2 tenham influenciado positivamente a síntese e acúmulo de polifenóis nas uvas 'BRS Cora'. Ressalta-se que, no ciclo 1, o sistema lira associado ao porta-enxerto 'IAC 766' proporcionou maior acúmulo de polifenóis extraíveis totais, inferindo-se que permitiu melhor exposição dos cachos a radiação solar e temperatura. Todavia, no ciclo 2, o sistema de condução latada associado ao porta-enxerto 'IAC 766' e o sistema espaldeira associado ao porta-enxerto 'IAC 572' foram os tratamentos que proporcionaram maior acúmulo desses compostos na uva

‘BRS Cora’ no presente trabalho. Este resultado evidencia que a arquitetura do dossel, resultante da associação do sistema de condução e porta-enxerto, reflete na exposição da uva à radiação solar, interferindo na síntese/acúmulo ou degradação desses compostos.

Kyraleou et al. (2015), em experimento realizado numa região de clima mediterrâneo, verificaram maior acúmulo de compostos fenólicos em uvas da cultivar Xinomavro de plantas conduzidas em lira. Entretanto, de acordo com o presente trabalho, o acúmulo desses compostos é influenciado não apenas pelo sistema de condução. A resposta depende de fatores ambientais, como radiação solar e temperatura, podendo o sistema de condução associado a um porta-enxerto específico auxiliar na exposição adequada dos cachos a esses fatores, determinando comprometimento ou promoção da síntese dos compostos fenólicos. De acordo com Pedro Júnior et al. (2018), a videira conduzida em lira tem maior acúmulo de polifenóis, devido ao fato de que este sistema proporciona exposição do dossel à radiação, desencadeando estresse moderado na videira e maior incremento desses compostos nas bagas de uva.

Quanto à atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical  $ABTS^{\bullet+}$ , houve interação significativa entre sistema de condução e ciclo produtivo, entre porta-enxerto e ciclo produtivo e entre sistema de condução e porta-enxerto (Tabelas 5, 6 e 8). Por meio da interação entre sistema de condução e ciclo produtivo, verificou-se que, no ciclo 1, a maior atividade antioxidante foi nas bagas de videiras cultivadas em sistema lira,  $18,14 \mu\text{M trolox g}^{-1}$ , enquanto, no ciclo 2, o sistema latada proporcionou maior valor médio,  $19,15 \mu\text{M trolox g}^{-1}$  (Tabela 5). Entretanto, para esta variável, o sistema de condução espaldeira teve menor variação entre os ciclos, tendo as bagas, no ciclo 1, atividade antioxidante de  $14,36 \mu\text{M trolox g}^{-1}$  e, no ciclo 2, de  $15,61 \mu\text{M trolox g}^{-1}$ .

A interação entre porta-enxerto ‘IAC 572’ e o ciclo 2 proporcionou às bagas maior atividade antioxidante por  $ABTS^{\bullet+}$ ,  $18,56 \mu\text{M trolox g}^{-1}$ , entretanto não houve diferença estatística entre os ciclos produtivos para as uvas cultivadas sobre o porta-enxerto ‘IAC 766’

(Tabela 6). Desta forma, este porta-enxerto mostrou maior estabilidade da atividade antioxidante entre os ciclos produtivos, com 16,92  $\mu\text{M trolox g}^{-1}$ , no ciclo 1, e 15,20  $\mu\text{M trolox g}^{-1}$ , no ciclo 2. O porta-enxerto 'IAC 572', quando associado aos sistemas latada e lira, proporcionou maior atividade antioxidante às uvas 'BRS Cora', com valores de 18,11 e 17,47  $\mu\text{M trolox g}^{-1}$ , respectivamente (Tabela 8). Por sua vez, as uvas de plantas sobre o porta-enxerto 'IAC 766' tiveram seu potencial antioxidante reduzido, em comparação ao tratamento 'IAC 572', quando o sistema de condução adotado foi latada.

Sabe-se que a síntese e acúmulo de compostos fenólicos da uva são diretamente afetados por condições climáticas, como temperatura, radiação solar, precipitação e coeficiente hidrotérmico, sendo os dois primeiros considerados os principais fatores (Downey et al., 2006). Assim como os teores de compostos fenólicos da uva, esses fatores também alteram as propriedades antioxidantes, o que torna a escolha adequada do sistema de produção de fundamental importância. A decisão acertada pode garantir uma arquitetura no dossel vegetativo que condicione incremento na atividade antioxidante a partir do acúmulo dos mais diversos grupos de compostos fenólicos. Essa resposta se justifica pela regulação, por ação da luz, da fenilalanina amônia-liase, principal enzima responsável pela síntese dos fenilpropanóides simples, precursores dos principais grupos fenólicos (Camm e Towers, 1973; Wang et al., 2015).

Os dados de atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical DPPH<sup>•</sup>, não apresentaram distribuição normal (Tabela 2). No ciclo 1, as médias variaram de 3328  $\text{g g}^{-1}$  DPPH, maior atividade antioxidante, nas uvas cultivadas em sistema espaldeira combinada ao porta-enxerto 'IAC 766', a 6686  $\text{g g}^{-1}$  DPPH, menor atividade antioxidante, observada naquelas cultivadas também em espaldeira sobre o porta-enxerto 'IAC 572'. Quanto ao ciclo 2, as médias variaram de 3318  $\text{g g}^{-1}$  DPPH, maior atividade antioxidante nas uvas provenientes do cultivo em lira sobre o porta-enxerto 'IAC 766', a 5496  $\text{g g}^{-1}$  DPPH,



representando a menor atividade antioxidante daquelas cultivadas em sistema latada sobre o porta-enxerto 'IAC 572' (Tabela 2). Ressalta-se, com os resultados do presente trabalho, a menor atividade antioxidante nas uvas colhidas de plantas cultivadas em sistema latada em ambos os ciclos produtivos.

Os métodos de captura do radical ABTS<sup>•+</sup> e DPPH<sup>•</sup> para determinação da atividade antioxidante são bastante utilizados em uva (Dinis et al., 2016; Ky et al., 2014). Entretanto, as observações do presente trabalho mostram que o método ABTS<sup>•+</sup> exibiu melhor o impacto de cada tratamento na capacidade antioxidante final.

### **Análise de Componentes Principais (ACP)**

De acordo com a ACP, verificou-se que a massa do cacho foi a variável que melhor contribuiu para a distinção da combinação dos tratamentos lira associada ao porta-enxerto 'IAC 572' no ciclo 1 (LiP1C1), lira associada a 'IAC 766' no ciclo 1 (LiP2C1), espaladeira associada a 'IAC 572' no ciclo 1 (EP1C1) e espaladeira associada a 'IAC 766' no ciclo 1 (EP2C1), conforme Figura 1. As variáveis massa da baga e resistência da baga à força de compressão contribuíram para a distinção dos tratamentos latada associada a 'IAC 572' no ciclo 1 (LaP1C1) e latada associada a 'IAC 766' no ciclo 1 (LaP2C1). A atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical ABTS<sup>•+</sup>, foi a variável que melhor contribuiu para a distinção dos tratamentos latada associada a 'IAC 572' no ciclo 2 (LaP1C2), latada associada a 'IAC 766' no ciclo 2 (LaP2C2) e lira associada a 'IAC 766' no ciclo 2 (LiP2C2). Por sua vez, o atributo de cor b\* distinguiu os tratamentos espaladeira associada a 'IAC 572' no ciclo 2 (EP1C2), espaladeira associada a 'IAC 766' no ciclo 2 (EP2C2) e lira associada a 'IAC 572' no ciclo 2 (LiP1C2). Ressalta-se, ainda, que os tratamentos LiP1C1, LiP2C1, EP1C1, EP2C1, LaP1C1 e LaP2C1 estão dispostos em um quadrante do gráfico, enquanto que LiP1C2, LiP2C2, EP1C2,

EP2C2, LaP1C2 e LaP2C2 estão distribuídos em outro, evidenciando uma distinção marcante dos tratamentos em função dos ciclos produtivos de mesmo semestre do ano.

### **Conclusão**

A eficiência de cada sistema de condução dentro de cada ciclo de produção, associado ao efeito do porta-enxerto sobre a cultivar copa, resulta em respostas diferenciadas de acordo com as condições climáticas da região de cultivo, principalmente no que se refere à eficiência, decorrente da arquitetura da planta, na absorção da radiação solar pelo dossel. A combinação adequada entre sistema condução e porta-enxerto, proporcionando exposição favorável das uvas aos fatores climáticos característicos do Submédio do Vale do São Francisco, incrementaram a luminosidade e  $a^*$  da casca, os teores de sólidos solúveis, de açúcares solúveis totais, de flavonoides amarelos, de antocianinas totais e a atividade antioxidante determinada pelo método ABTS<sup>•+</sup>, bem como favoreceram menor acidez titulável. Entre as combinações, as uvas colhidas de plantas sob latada associada ao porta-enxerto 'IAC 766' destacaram-se por maiores teores de antocianinas e polifenóis extraíveis totais, no ciclo 2. Neste ciclo, o uso de latada por si só promove maior teor de sólidos solúveis e atividade antioxidante medida pelo método ABTS. Para o ciclo 1, foi o uso da lira que determinou essas respostas. Entretanto, não houve uma combinação entre sistema de condução e porta-enxerto que proporcionasse estabilidade das variáveis de qualidade e composição fenólica ao longo dos ciclos de segundo semestre do ano.

### **Referências**

Angelotti-Mendonça, J.; Moura, M.F.; Filho, J.A.S.; Vedoato, B.T.F.; Tecchio, M.A. 2018. Rootstock on production and quality of 'Niagara Rosada' grapevine. Revista Brasileira de Fruticultura 40: 1-9.

Association of Official Agricultural Chemists [AOAC]. 2010. Official methods of analysis of the Association of the Agricultural Chemists. 18ed. AOAC, Gaithersburg, MD, USA.

Badhani, B.; Sharma, N.; Kakkar, R. 2015. Gallic acid: a versatile antioxidant with promising therapeutic and industrial applications. *RSC Advances* 35: 27540-27557.

Camm, E.L.; Towers, G.H.N. 1973. Phenylalanine ammonia lyase. *Phytochemistry* 12: 961-973.

Carbonell-Bejerano, P.; Diago, M.P.; Martínez-Abaigar, J.; Martínez-Zapater, J.M.; Tardáguila, J.; Núñez-Olivera, E. 2014. Solar ultraviolet radiation is necessary to enhance grapevine fruit ripening transcriptional and phenolic responses. *BMC Plant Biology* 14: 183.

Creasy, G.L.; Creasy, L.L. 2009. Grapes. *Crop production Science in Horticulture*. London, UK, Europe.

Dinis, L.T.; Bernardo, S.; Condea, A.; Pimentel, D.; Ferreira, H.; Félix, L.; Gerós, H.; Correia, C.M.; Moutinho-Pereira, J. 2016. Kaolin exogenous application boosts antioxidant capacity and phenolic content in berries and leaves of grapevine under summer stress. *Journal of Plant Physiology* 191: 45-53.

Downey, M.O.; Dokoozlian, N.K.; Krstic, M.P. 2006. Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine: a review of recent research. *American Journal Enology and Viticulture* 57: 257-268.

Embrapa Semiárido. 2015. Médias Anuais da Estação Agrometeorológica de Bebedouro, Petrolina-PE. Embrapa Semiárido. Available at: <<http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/servicos/dadosmet/ceb-anual.html>> [Accessed Sept 10, 2018].

Etienne, A.; Genard, M.; Lobit, P.; Mbeguie-A-Mbeguie, D.; Bugaud, C. 2013. What controls fleshy fruit acidity? A review of malate and citrate accumulation in fruit cells. *Journal of Experimental Botany* 64: 1451-1469.

Francis, F.J. 1982. Analysis of anthocyanins. p. 181-207. In: Markakis, P., eds. Anthocyanins as food colors. New York, NY, USA.

Greer, D.H.; Weedon, M.M. 2012. Interactions between light and growing season temperatures on, growth and development and gas exchange of Semillon (*Vitis vinifera* L.) vines grown in an irrigated vineyard. *Plant Physiology and Biochemistry* 54, 59-69.

Hickey, C.C.; Kwasniewski, M.T.; Wolf, T.K. 2018. Leaf Removal Effects on Cabernet franc and Petit Verdot. II. Grape Carotenoids, Phenolics, and Wine Sensory Analysis. *American Journal Enology and Viticulture*. DOI: 10.5344/ajev.2018.17107.

Pedro Júnior, M.J.; Hernandez, J.L.; Moura, M.F. 2018. Performance of juice and wine grape cultivars in different training systems. *Revista Brasileira de Fruticultura* 40: 1-8.

Ky, I.; Lorrain, B.; Kolbas, N.; Crozier, A.; Teissedre, P. 2014. Wine by-Products: Phenolic Characterization and antioxidant activity evaluation of grapes and grape pomaces from six different french grape varieties. *Molecules* 19: 482-506.

Kyrleou, M.; Kallithraka, S.; Koundouras, S.; Chira, K.; Haroutounian, S.; Spinthiropoulou, H.; Kotseridis, Y. 2015. Effect of vine training system on the phenolic composition of red grapes (*Vitis vinifera* L. cv. Xinomavro). *OENO One* 49: 71-84.

Larrauri, J. A.; Rupérez, P.; Saura-Calixto, F. 1997. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. *Journal of Agriculture and Food Chemistry* 45: 1390-1393.

Leão, P.C. de S.; Nunes, B.T.G.; Lima, M.A.C de. 2016. Canopy management effects on 'Syrah' grapevines under tropical semi-arid conditions. *Scientia Agricola* 73: 209-216.

Leão, P.C. de S.; Rego, J.I. de S.; Nascimento, J.H.B.; Souza, E.M. de C. 2018. Yield and physicochemical characteristics of 'BRS Magna' and 'Isabel Precoce' grapes influenced by pruning in the São Francisco river valley. *Ciência Rural* 48: 06, e20170463.

Lima, M.S.; Silani, I.S.V; Toaldo, I.M.; Corrêa, L.C.; Biasoto, A.C.T.; Pereira, G.E.; Bordignon-Luiz, M.T.; Ninow, J.L. 2014. Phenolic compounds, organic acids and antioxidant activity of grape juice produced from new Brazilian varieties planted in the Northeast Region of Brazil. *Food Chemistry* 161: 94-103.

Martínez-Lüscher, J.; Sánchez-Días, M.; Delrot, S.; Aguirreolea, J.; Pascual, I.; Gomès, E. 2016. Ultraviolet-B alleviates the uncoupling effect of elevated CO<sub>2</sub> and increased temperature on grape berry (*Vitis vinifera* cv. Tempranillo) anthocyanin and sugar accumulation. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 22: 87-95.

Miller, N.J.; Diplock, A.T.; Rice-Evans, C.; Davies, M.J.; Gopinathan, V.; Milner, A. 1993. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clinical Science* 84: 407-412.

Oliveira, A.F. de; Mercenaro, L.; Del Caro, A.; Pretti, L.; Nieddu, G. 2015. Distinctive anthocyanin accumulation responses to temperature and natural UV radiation of two field-grown (*Vitis vinifera* L.) cultivars. *Molecules* 20: 2061–2080.

Ribeiro, T.P.; Lima, M.A.C. de; Alves, R.E. 2012. Maturação e qualidade de uvas para suco em condições tropicais, nos primeiros ciclos de produção. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 47: 1057-1065 (in Portuguese, with abstract in English).

Rufino, I.A.A.; Silva, S.T. da. 2017. Análise das relações entre dinâmica populacional, clima e vetores de mudança no semiárido brasileiro: uma abordagem metodológica. *Boletim de Ciências Geodésicas* 23: 166-181 (in Portuguese, with abstract in English).

Rufino, M. do S.M.; Alves, R.E.; Brito, E.S. de; Pérez-Jiménez, J.; Saura-Calixto, F.; Mancini-Filho, J. 2010. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry* 121: 996-1002.

Sánchez-Moreno, C.; Larrauri, J.A.; Saura-Calixto, F. 1998. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 76: 270-276.

Silva, MJR da; Paiva, APM; Pimentel Junior, A; Sánchez, CAPC; Callili, D; Moura, MF; Leonel, S; Tecchio, MA. 2018. Yield performance of new juice grape varieties grafted onto different rootstocks under tropical conditions. *Scientia Horticulture* 241: 194-200.

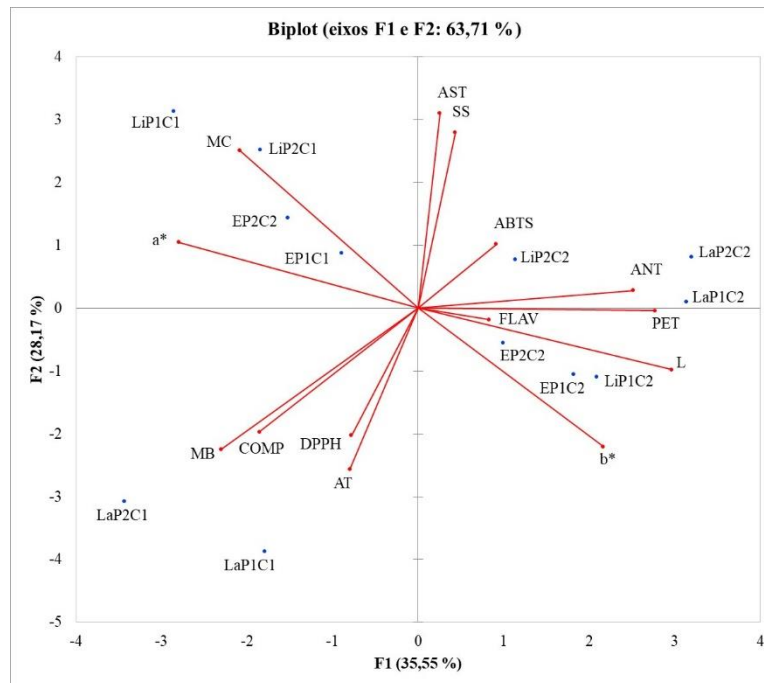
Soares, J.M.; Leão, P.C.S. 2009. A vitivinicultura no Semiárido brasileiro. Petrolina, PE, Brasil.

Teixeira, A.; Eiras-Dias, J.; Castellarin, S.D.; Geros, H. 2013. Berry phenolics of grapevine under challenging environments. *International Journal of Molecular Sciences* 14: 18711–18739.

Vogt, T.; Pollak, P.; Tarylín, N.; Taylor, L.P. 1994. Pollination- or wound-induced kaempferol accumulation in petunia stigmas enhances seed production. *Plant Cell* 6: 11-23.

Wang, J.; Ma, L.; Xi, H.; Wang, L.; Li, S. 2015. Resveratrol synthesis under natural conditions and after UV-C irradiation in berry skin is associated with berry development stages in ‘Beihong’ (*V. vinifera* x *V. amurensis*). *Food Chemistry* 168: 430-438.

Yemn, E.W.; Willis, A.J. 1954. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. *The Biochemical Journal* 57: 504-514.



**Figura 1.** Análise de componentes principais das variáveis determinantes da qualidade e do potencial antioxidante de uvas ‘BRS Cora’, sob influência de sistemas de condução, porta-enxertos e ciclos de produção do segundo semestre do ano, na região do Submédio do Vale do São Francisco

**Variáveis:**

massa do cacho (MC), massa da baga (MB), teor de sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais (AST), acidez titulável (AT), resistência da baga à força de compressão (COMP), flavonoides amarelos na casca (FLAV), antocianinas totais na casca (ANT), polifenóis extraíveis totais (PET), atividade antioxidante pelos métodos de captura dos radicais livres ABTS<sup>•+</sup> e DPPH<sup>•</sup>, luminosidade (L) e atributos de cor a\* e b\*..

**Tratamentos:**

LaP1C1= latada associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de julho a outubro de 2017; LaP2C1= latada associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de julho a outubro de 2017; LiP1C1= lira associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de julho a outubro de 2017; LiP2C1= lira associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de julho a outubro de 2017; EP1C1= espaldeira associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de julho a outubro de 2017; EP2C1= espaldeira associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2017; LaP1C2= latada associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de junho a outubro de 2018; LaP2C2= latada associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de junho a outubro de 2018; LiP1C2= lira associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de junho a outubro de 2018; LiP2C2= lira associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de junho a outubro de 2018; EP1C2= espaldeira associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de junho a outubro de 2018; EP2C2= espaldeira associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de junho a outubro de 2018.

**Tabela 1.** Dados meteorológicos mensais do Campo Experimental de Bebedouro/Embrapa Semiárido, durante os ciclos de produção de 04 de julho a 25 de outubro de 2017 e de 25 de junho a 09 de outubro de 2018, referentes ao segundo semestre de produção, em que foi estudada a qualidade pós-colheita das bagas de videiras ‘BRS Cora’ sob influência de diferentes sistemas de condução e porta-enxertos.

Período	T (°C)			UR (%)	Rad. (MJ m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup> )	Vv (m s <sup>-1</sup> )	Precip. (mm)	ET0 (mm dia <sup>-1</sup> )
	Méd.	Máx.	Mín.					
Ciclo de 04 de julho a 25 de outubro de 2017 (Ciclo 1)								
jul/18	22,9	28,4	17,6	69,0	15,1	3,2	4,7	4,4
ago/18	25,1	31,8	19,1	64,7	21,5	2,7	0,6	5,7
set/18	24,1	30,7	18,5	68,7	20,2	3,5	11,9	6,0
out/18	27,9	34,9	21,7	65,6	25,3	3,5	0,0	7,6
Média	25,0	31,45	19,2	67,0	20,5	3,2	4,3	5,9
Ciclo de 25 junho a 09 de outubro de 2018 (Ciclo 2)								
jun/18	25,4	32,4	19,4	72,6	19,1	2,2	0,7	4,6
jul/18	25,0	31,8	18,9	66,3	20,1	2,4	0,4	4,9
ago/18	26,0	33,3	19,5	62,0	23,8	2,5	0,0	5,9
set/18	27,6	34,8	21,1	56,7	26,0	2,7	0,0	6,9
out/18	28,5	35,9	22,8	62,6	25,7	2,2	9,1	6,7
Média	26,5	33,6	20,3	64,0	22,9	2,4	2,0	5,8

T. Méd. = Temperatura média; T. Máx. = Temperatura máxima; T. Mín. = Temperatura mínima; UR = Umidade relativa; Rad. = Radiação solar global; Vv = Velocidade do vento à altura de 2.0 m; Precip. = Precipitação pluviométrica acumulada; ET0= Evapotranspiração de referência. Fonte: Estação Agrometeorológica de Bebedouro, Petrolina, PE.

Fonte: Embrapa Semiárido (2017); Embrapa Semiárido (2018).



**Tabela 2.** Valores médios e desvios padrão das variáveis massa do cacho, massa da baga, resistência da baga à força de compressão, atributo de cor da casca b\*, teor de polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical DPPH•, de uvas ‘BRS Cora’, sob influência de sistemas de condução, porta-enxertos e ciclos de produção, na região do Submédio do Vale do São Francisco <sup>(1)</sup>

Sistema de condução	04 de julho a 25 outubro de 2017 (Ciclo 1)		25 de junho a 09 de outubro de 2018 (Ciclo 2)	
	‘IAC 572’	‘IAC 766’	‘IAC 572’	‘IAC 766’
Massa do cacho (g)				
Espaladeira	167,37 ± 5,50	184,40 ± 8,75	112,12 ± 4,29	133,02 ± 7,15
Lira	201,43 ± 5,50	218,45 ± 5,50	133,13 ± 8,67	142,13 ± 12,31
Latada	132,32 ± 5,50	150,35 ± 5,50	127,39 ± 13,95	142,01 ± 13,44
CV (%)				5,26
Massa da baga (g)				
Espaladeira	2,91 ± 0,16	2,94 ± 0,24	2,80 ± 0,15	2,79 ± 0,07
Lira	2,81 ± 0,23	2,85 ± 0,16	2,78 ± 0,15	2,74 ± 0,19
Latada	3,15 ± 0,09	3,16 ± 0,37	2,80 ± 0,16	2,70 ± 0,19
CV (%)				5,76
Resistência da baga à força de compressão (N)				
Espaladeira	10,64 ± 1,35	10,33 ± 1,68	10,88 ± 0,64	10,65 ± 0,43
Lira	11,05 ± 0,34	10,77 ± 0,61	11,02 ± 0,43	10,90 ± 0,67
Latada	11,35 ± 0,23	11,43 ± 0,37	10,30 ± 0,43	10,24 ± 0,21
CV (%)				5,34
b*				
Espaladeira	-2,47 ± 0,79	-2,12 ± 0,56	-2,99 ± 0,53	-2,65 ± 1,15
Lira	-1,50 ± 0,96	-2,35 ± 0,51	-2,90 ± 0,18	-2,50 ± 0,81
Latada	-3,15 ± 0,40	-1,62 ± 0,02	-3,16 ± 0,46	-1,67 ± 0,02
CV (%)				23,32
Teor de polifenóis extraíveis totais (mg de ácido gálico 100 g <sup>-1</sup> )				
Espaladeira	129,43 ± 6,70	186,90 ± 8,96	324,32 ± 6,84	247,65 ± 8,35
Lira	186,90 ± 8,96	203,84 ± 9,54	282,21 ± 5,03	297,99 ± 4,10
Latada	177,33 ± 9,23	178,63 ± 9,51	293,79 ± 9,01	326,15 ± 7,10
CV (%)				3,20
Atividade antioxidante por DPPH• (g g <sup>-1</sup> DPPH)				
Espaladeira	6117 ± 569	3408 ± 80	3649 ± 267	4034 ± 98
Lira	3587 ± 43	3723 ± 371	3682 ± 246	3503 ± 185
Latada	5781 ± 80	6155 ± 57	5278 ± 218	4309 ± 236
CV (%)				5,47

<sup>(1)</sup> Os dados não apresentaram distribuição normal nos seus valores originais ou após transformação.

**Tabela 3.** Atributo de cor luminosidade (L) da casca de uvas ‘BRS Cora’, em três sistemas de condução, na região do Submédio do Vale do São Francisco <sup>(1)</sup>

	Espaldeira	Lira	Latada	CV (%)
	29,53 ab	28,98 b	30,04 a	3,04

<sup>(1)</sup> Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 4.** Atributos de cor luminosidade (L) e a\* da casca de uvas ‘BRS Cora’, em dois diferentes ciclos produtivos, na região do Submédio do Vale do São Francisco <sup>(1)</sup>

	04 de julho a 25 outubro de 2017 (Ciclo 1)	25 de junho a 09 de outubro de 2018 (Ciclo 2)	CV (%)
L	28,38 b	30,65 a	3,04
a* <sup>(2)</sup>	1,14 a	0,68 b	11,50

<sup>(1)</sup> Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

<sup>(2)</sup> Variável analisada sob transformação  $\sqrt{(x + 1)}$ .

**Tabela 5.** Teor de sólidos solúveis, teor de açúcares solúveis totais, acidez titulável e atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical ABTS<sup>•+</sup>, de uvas ‘BRS Cora’ cultivadas sob três sistemas de condução, em dois ciclos de produção, na região do Submédio do Vale do São Francisco <sup>(1)</sup>

Sistema de condução	04 de julho a 25 outubro de 2017 (Ciclo 1)	25 de junho a 09 de outubro de 2018 (Ciclo 2)	CV (%)
Teor de sólidos solúveis (°Brix)			
Espaldeira	21,3 aA	20,4 bB	4,23
Lira	21,8 aA	20,7 bAB	
Latada	19,8 bB	21,6 aA	
Teor de açúcares solúveis totais (g 100 g <sup>-1</sup> )			
Espaldeira	19,67 aA	18,63 aB	5,88
Lira	20,58 aA	19,17 bAB	
Latada	18,15 bB	20,17 aA	
Acidez titulável (g de ácido tartárico 100 mL <sup>-1</sup> )			
Espaldeira	0,95 aB	1,02 aA	12,97
Lira	1,03 aB	1,05 aA	
Latada	1,41 aA	1,12 bA	
Atividade antioxidante por ABTS <sup>•+</sup> (µM trolox g <sup>-1</sup> )			
Espaldeira	14,36 aB	15,61 aB	13,97
Lira	18,14 aA	15,88 aB	
Latada	14,47 bB	19,15 aA	

<sup>(1)</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, ou maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), em relação aos ciclos de produção e aos sistemas de condução, respectivamente.

**Tabela 6.** Acidez titulável e atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical ABTS<sup>•+</sup>, de uvas ‘BRS Cora’ cultivadas sob dois diferentes porta-enxertos, em dois ciclos de produção, na região do Submédio do Vale do São Francisco <sup>(1)</sup>

Porta-enxerto	Ciclo de Produção		CV (%)
	04 de julho a 25 outubro de 2017 (Ciclo 1)	25 de junho a 09 de outubro de 2018 (Ciclo 2)	
	Acidez titulável (g de ácido tartárico 100 mL <sup>-1</sup> )		
‘IAC 572’	1,06 aB	1,09 aA	12,97
‘IAC 766’	1,21 aA	1,03 bA	
	Atividade antioxidante por ABTS <sup>•+</sup> (µM trolox g <sup>-1</sup> )		
‘IAC 572’	14,39 bB	18,56 aA	13,97
‘IAC 766’	16,92 aA	15,20 aB	

<sup>(1)</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, ou maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), em relação aos ciclos de produção e aos porta-enxertos, respectivamente.

**Tabela 7.** Teor de flavonoides amarelos e antocianinas totais da casca de uvas ‘BRS Cora’, sob influência de ciclos de produção, sistemas de condução e porta-enxertos, na região do Submédio do Vale do São Francisco <sup>(1)</sup>

Sistemas de Condução	04 de julho a 25 outubro de 2017 (Ciclo 1)		25 de junho a 09 de outubro de 2018 (Ciclo 2)	
	IAC 572	IAC 766	IAC 572	IAC 766
	Teor de flavonoides amarelos (mg 100 g <sup>-1</sup> )			
Espaladeira	47,19 <i>aAa</i>	38,76 <i>aAb</i>	38,57 <i>bBa</i>	44,65 <i>aAa</i>
Lira	40,39 <i>bAa</i>	41,01 <i>aAa</i>	48,09 <i>aAa</i>	45,39 <i>aAa</i>
Latada	47,49 <i>aAa</i>	34,50 <i>bAb</i>	36,74 <i>bBb</i>	45,51 <i>aAa</i>
CV (%)	10,15			
	Teor de antocianinas totais (mg 100 g <sup>-1</sup> )			
Espaladeira	426,45 <i>aAa</i>	367,42 <i>bAb</i>	339,51 <i>bCb</i>	424,02 <i>aBa</i>
Lira	265,12 <i>bBb</i>	329,88 <i>bBa</i>	514,43 <i>aAa</i>	403,10 <i>aBb</i>
Latada	278,94 <i>bBa</i>	300,79 <i>bBa</i>	428,45 <i>aBb</i>	468,40 <i>aAa</i>
CV (%)	5,19			

<sup>(1)</sup> Médias seguidas, na linha, pela mesma letra minúscula e em itálico, comparando os ciclos dentro de cada sistema de condução em interação com cada porta-enxerto, e maiúscula, na coluna, comparando os sistemas de condução dentro de cada ciclo em interação com cada porta-enxerto, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Na linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula e em negrito, comparando os porta-enxertos dentro de cada ciclo em interação com cada sistema de condução, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 8.** Atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical ABTS<sup>•+</sup>, em  $\mu\text{M}$  trolox  $\text{g}^{-1}$ , de uvas ‘BRS Cora’ cultivadas sob diferentes sistemas de condução e porta-enxertos, na região do Submédio do Vale do São Francisco <sup>(1)</sup>

Sistema de Condução	Porta-enxerto		CV (%)
	‘IAC 572’	‘IAC 766’	
Espaldeira	13,85 aB	16,12 aA	13,97
Lira	17,47 aA	16,56 aA	
Latada	18,11 aA	15,51 bA	

<sup>(1)</sup> Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, ou maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), em relação aos porta-enxertos e sistemas de condução, respectivamente.

## **CAPÍTULO IV**

**Sazonalidade, sistema de condução e porta-enxertos influenciam a qualidade e o potencial antioxidante das uvas ‘Isabel Precoce’ em safras do primeiro semestre em região tropical**

(Submissão à Scientia Horticulturae)

**Sazonalidade, sistema de condução e porta-enxertos influenciam a qualidade e o potencial antioxidante das uvas ‘Isabel Precoce’ em safras do primeiro semestre em região tropical**

Rayssa Ribeiro da Costa<sup>a</sup>, Talita de Oliveira Ferreira<sup>b</sup>, Débora Tamara Félix<sup>c</sup>, Maria Auxiliadora Coêlho de Lima<sup>d\*</sup>

<sup>a</sup> Universidade Federal da Paraíba/Centro de Ciências Agrárias – Depto. de Agronomia, Caixa Postal 66 – 58397-000 – Areia, PB – Brasil, rayssa.rc@outlook.com

<sup>b</sup> Universidade Federal do Vale do São Francisco/Centro de Ciências Agrárias, 56300-990 – Petrolina, PE – Brasil, talitaoliveira743@gmail.com

<sup>c</sup> Universidade Federal de Sergipe, 49100-000 - São Cristóvão, SE – Brasil, deborاتفelix@hotmail.com

<sup>d</sup> Embrapa Semiárido, Caixa Postal 23 – 56302-970 – Petrolina, PE – Brasil, auxiliadora.lima@embrapa.br

\*Autor correspondente auxiliadora.lima@embrapa.br

## Resumo

Componentes do sistema de produção, como o sistema de condução e o porta-enxerto, podem afetar a captação da radiação solar na videira e propiciar um microclima favorável ao incremento da qualidade e composição fenólica das uvas. O objetivo deste estudo foi caracterizar a qualidade e o potencial antioxidante de uvas ‘Isabel Precoce’ cultivada em diferentes sistemas de condução e porta-enxertos, em ciclos produtivos referentes ao primeiro semestre do ano. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas no tempo, com quatro repetições. Foram estudados três sistemas de condução (latada, lira e espaldeira) e dois porta-enxertos (‘IAC 572’ e ‘IAC 766’), em ciclos do primeiro semestre de 2017 (ciclo 1) e 2018 (ciclo 2). O porta-enxerto ‘IAC 766’ proporcionou maior estabilidade da massa do cacho e da acidez titulável entre os ciclos e o ‘IAC 572’, do acúmulo de açúcares solúveis totais. A resistência à força de compressão, os teores de polifenóis extraíveis totais e de antocianinas foram mais estáveis entre os ciclos nas uvas de videiras em latada. No ciclo 2, de maior radiação solar, o sistema lira proporcionou maior atividade antioxidante pelo método ABTS<sup>•+</sup>. Entretanto, o sistema latada, associado ao porta-enxerto ‘IAC 766’ além de ter proporcionado elevada atividade antioxidante pelo método DPPH<sup>•</sup>, proporcionou maior estabilidade entre os ciclos produtivos. Logo, afim de garantir maior previsibilidade da qualidade da uva e de seus derivados ao longo das safras, o sistema latada se mostrou eficiente na estabilidade das variáveis de composição fenólica e atividade antioxidante da uvas ‘Isabel Precoce’ em ciclos do primeiro semestre do ano.

**Palavras-chave:** *Vitis labrusca* L., compostos fenólicos, análise de componentes principais, vitivinicultura tropical.

## 1. Introdução

Tradicionalmente, as áreas cultivadas com videira no mundo encontram-se localizadas em regiões de clima temperado. Entretanto, um grande número de cultivares de videira tem se adaptado a outras condições climáticas, especialmente climas quente e seco, possibilitando o desenvolvimento da vitivinicultura tropical (Soares e Leão, 2009). No Semiárido brasileiro, a atividade vitivinícola se estabeleceu há mais de 40 anos, a partir do cultivo de uvas para mesa e para vinho. Sob condições tropicais, associadas ao uso da irrigação, são obtidas duas safras no mesmo ano. Porém, é comum a alternância produtiva entre ciclos sucessivos, sendo que as condições climáticas em cada época do ano resultam em diferentes respostas na fenologia, vigor e produção das videiras, assim como na qualidade da uva (Leão et al., 2016).

O segmento de produção de uvas visando à elaboração de sucos nessa região tem crescido nos últimos anos, tendo como base as cultivares de *Vitis labrusca* L., Isabel Precoce, BRS Cora, BRS Violeta e BRS Magna (Leão et al., 2018). A cultivar Isabel Precoce se destaca por apresentar alta produtividade e bons atributos de qualidade, possuindo características agronômicas semelhantes às da uva ‘Isabel’, porém, com período de maturação mais curto, oportunizando maior número de safras anuais (Ribeiro et al., 2012).

As uvas para elaboração de sucos carecem de atender algumas características específicas, como intensidade da coloração, elevado teor de açúcares e acidez equilibrada. Características como estas interferem na qualidade e tipicidade do produto final e estão atreladas às peculiaridades de cada cultivar e às condições climáticas da região produtora (Leão et al., 2016).

A escolha do sistema de condução e do porta-enxerto poderá afetar o desenvolvimento da videira e, portanto, a produtividade e qualidade da uva, uma vez que o primeiro interfere na quantidade de radiação interceptada pelo dossel. Por sua vez, o vigor induzido pelo porta-enxerto interfere na fisiologia da videira e no crescimento vegetativo da copa, possibilitando



um microclima que determina o desenvolvimento da videira (Leão et al., 2018; Silva et al., 2018). Logo, em função da influência do sistema de condução e porta-enxerto na qualidade e composição da baga de videiras cultivadas em região tropical, deve-se considerar que, para garantir qualidade previsível da uva ao longo das safras, e assim apoiar a caracterização da tipicidade da uva e de seus derivados, é necessário que haja estabilidade de compostos químicos nos ciclos correspondentes à mesma época do ano.

O objetivo desse estudo foi caracterizar a qualidade e o potencial antioxidante de uvas ‘Isabel Precoce’ cultivada em diferentes sistemas de condução e porta-enxertos, em dois ciclos produtivos referentes ao primeiro semestre do ano.

## **2. Material e Métodos**

### **2.1. Características da área experimental**

O experimento foi conduzido em parreiral implantado em dezembro de 2015, em Petrolina, Pernambuco, Brasil (09°09' S, 40°22' O, 376 m de altitude). Nessa região, de acordo com a classificação de Köppen, o clima é do tipo semiárido muito quente - BSwh (Leão et al., 2016). Três sistemas de condução (latada, lira e espaldeira, todos em espaçamento 3,0 m x 1,0 m) e dois porta-enxertos (IAC 572 e IAC 766) foram adotados nessa área experimental. O manejo das plantas seguiu as recomendações para a vitivinicultura tropical brasileira (Soares e Leão, 2009). Durante os ciclos de produção, a adubação das plantas foi definida a partir de análise de solo realizada ao final do ciclo anterior. O cultivo foi irrigado por meio do sistema por gotejamento, com lâminas de água aplicadas de acordo com os dados meteorológicos coletados diariamente e que estão apresentados, por suas médias mensais, na Tabela 1.

### **2.2. Tratamentos e delineamento experimental**

As plantas da cultivar Isabel Precoce foram cultivadas sob os sistemas de condução latada, lira e espaldeira e em dois diferentes porta-enxertos, ‘IAC 572’ e ‘IAC 766’. Dois ciclos

produtivos do primeiro semestre do ano foram avaliados: ciclo 1 - 23 de janeiro de 2017 (poda de produção) a 2 de maio de 2017 (colheita); e ciclo 2 - de 24 de janeiro de 2018 (poda de produção) a 21 de maio de 2018 (colheita).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em parcelas subdivididas no tempo, com as parcelas condizendo aos sistemas de condução, as subparcelas correspondendo aos porta-enxertos e as subsubparcelas, aos ciclos produtivos. Utilizou-se quatro repetições com cinco plantas, das quais foram colhidos dez cachos por parcela para análises de componentes de qualidade, composição fenólica e atividade antioxidante.

### **2.3. Análises de componentes de qualidade, compostos fenólicos e atividade antioxidante**

2.3.1. Massa do cacho (g): medida em balança semianalítica de precisão modelo VI 2400 (Acculab, Florida, EUA) a partir do valor médio de dez cachos;

2.3.2. Massa da baga (g): medida em balança semianalítica de precisão modelo VI 2400 (Acculab, Florida, EUA) a partir do valor médio da massa de cinquenta bagas frescas e sadias amostradas dos dez cachos coletados;

2.3.3. Resistência da baga à força de compressão (N): medida a partir de vinte bagas por parcela, separadas uniformemente dos dez cachos que formavam a unidade experimental, nas quais, através de texturômetro digital Extralab TA.XT.Plus (Stable Micro Systems, Surrey, Reino Unido) com placa de pressão P/75, aferiu-se a força necessária para promover compressão de 20% do volume da baga (Ribeiro et al., 2012);

2.3.4. Atributos de cor luminosidade (L), a\* e b\* da casca: medidos através de colorímetro digital (Konika Minolta, modelo CR-400), em vinte bagas representativas dos dez cachos de cada parcela;

2.3.5. Acidez titulável (g de ácido tartárico 100 mL<sup>-1</sup>): medida segundo descrito por Zenebon et al. (2008), em titulador automático Metrohm, modelo Titrino plus 848;

2.3.6. Teor de sólidos solúveis (°Brix): determinado em refratômetro digital com compensação automática de temperatura ATAGO, modelo PAL-1 (AOAC, 2010);

2.3.7. Teor de açúcares solúveis totais ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ): determinado em espectrofotômetro UV-Vis (Varian, modelo Carry 50 Bio UV-Vis) com o uso do reativo antrona e leitura a 620 nm (Yemn e Willis, 1954).

2.3.8 Teores de flavonoides amarelos e de antocianinas totais da casca da uva ( $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ): determinados pelo método proposto por Francis (1982), utilizando-se solução extratora alcoólica acidificada, sendo quantificados em espectrofotômetro UV-Vis Varian modelo Carry 50 Bio, a 374 nm, para os flavonoides, e a 535 nm, para as antocianinas;

2.3.9 Teor de polifenóis extraíveis totais na casca e polpa ( $\text{mg de ácido gálico } 100 \text{ g}^{-1}$ ): após extração conjunta de casca e polpa em metanol a 50% e acetona a 70%, foram determinados, utilizando o reagente Folin-Ciocalteu e carbonato de sódio a 20%, em espectrofotômetro UV-Vis Varian modelo Carry 50 Bio, a 700 nm (Larrauri et al., 1997);

2.3.10 Atividade antioxidante total a partir da captura do radical livre  $\text{ABTS}^{\bullet+}$  [(ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico)] ( $\mu\text{M trolox } \text{g}^{-1}$ ): determinada utilizando o método descrito por Miller et al. (1993) e adaptado por Rufino et al. (2010), com leituras em espectrofotômetro UV-Vis Varian modelo Carry 50 Bio, a 734 nm;

2.3.11 Atividade antioxidante total a partir do método de captura do radical livre  $\text{DPPH}^{\bullet}$  (2,2-difenil-1-picril-hidrazil) ( $\text{g } \text{g}^{-1} \text{ DPPH}$ ): determinada pelo método apresentado por Sanchez-Moreno et al. (1998) e adaptado por Rufino et al. (2010), com as leituras realizadas a 515 nm, no mesmo espectrofotômetro UV-Vis Varian modelo Carry 50 Bio.

#### **2.4. Análise de dados**

A distribuição dos dados foi avaliada através do teste de Shapiro-Wilk. Os dados que atenderam à distribuição normal foram submetidos à análise de variância, comparando-se os valores médios dos efeitos de parcelas, subparcelas e subsubparcelas bem como das interações

significativas entre elas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Os dados que não apresentaram distribuição normal e não se adequaram a transformação foram apresentados por suas médias e desvios-padrões. Os dados também foram submetidos às análises de componentes principais (ACP) e de correlação de Pearson.

### **3. Resultados**

#### **3.1. Componentes de Qualidade**

Houve interação significativa entre sistema de condução e ciclo produtivo para massa do cacho e resistência da baga à força de compressão (Tabela 2). A massa do cacho também foi influenciada pela interação entre porta-enxerto e ciclo produtivo (Tabela 3). Além da massa do cacho, as variáveis massa da baga, teor de açúcares solúveis totais e acidez titulável também foram influenciadas pela interação porta-enxerto e ciclo produtivo (Tabela 3). A massa da baga e a acidez titulável sofreram influência isolada do sistema de condução (Tabela 4), enquanto o teor de sólidos solúveis foi influenciado separadamente por este fator e pelos porta-enxertos (Tabelas 4 e 6). Os dados dos atributos de cor da casca L, a\* e b\* não apresentaram distribuição normal (Tabela 5).

A maior massa do cacho no ciclo 1 foi observada nos sistemas lira e espaldeira, enquanto que, no ciclo 2, derivou de videiras conduzidas em lira (Tabela 2). A interação ciclo produtivo e porta-enxerto também determinou diferenças na massa dos cachos de plantas enxertadas sobre 'IAC 572', cujos valores foram maiores no ciclo 2 (Tabela 3). O 'IAC 766' exibiu maior estabilidade na massa do cacho entre ciclos, que não diferiram entre si. Para a massa da baga, observou-se maior valor naquelas colhidas de plantas sobre 'IAC 766', no ciclo 1 (Tabela 3). Independentemente do ciclo avaliado, observou-se maior massa nas bagas de videiras em latada, não diferindo daquelas em espaldeira (Tabela 4).

Quanto à resistência à força de compressão, os menores valores foram observados no

ciclo 2 em bagas de plantas cultivadas em espaldeira e lira, 6,43 e 6,46 N, respectivamente (Tabela 2). Ressalta-se que os valores de resistência da baga à força de compressão foram mais estáveis entre os ciclos no sistema latada.

Os dados dos atributos de cor da casca L,  $a^*$  e  $b^*$  não apresentaram distribuição normal. No ciclo 1, os valores de L de uvas provenientes de cultivo em espaldeira e porta-enxerto 'IAC 766' foram maiores que nos demais, exceto naqueles combinando lira ou espaldeira com 'IAC 572' (Tabela 5). No ciclo 2, as uvas do tratamento espaldeira com o 'IAC 766' diferenciaram-se pela maior luminosidade quando comparadas com as do sistema lira associado ao 'IAC 766'. Os valores de  $a^*$ , no ciclo 1, tiveram amplitude de variação de 1,00, nas uvas de cultivo em lira associada a 'IAC 572', a 4,10, naquelas em espaldeira sobre 'IAC 766', sem que fosse possível indicar tratamento que incrementasse a cor vermelha, representativa dos valores positivos desta variável (Tabela 5). No ciclo 2, a amplitude foi de 0,45, nas uvas de cultivo em lira associado a 'IAC 572', a 1,95, com o sistema latada e 'IAC 766'. Neste ciclo, as uvas do tratamento latada combinado a 'IAC 766' caracterizaram-se por coloração mais vermelha que as uvas referentes à combinação lira e 'IAC 572'. Para os valores de  $b^*$ , sabe-se que quanto mais negativo, mais intensa é a cor violácea. No ciclo 1, os valores de  $b^*$  variaram de -2,31, em uvas de cultivo em lira sobre 'IAC 572', a -0,25, com latada e 'IAC 766' (Tabela 5). No ciclo 2, a variação foi de -0,57, em uvas do tratamento espaldeira com 'IAC 572', a 0,00, em uvas sob latada e 'IAC 766'. Apenas para o ciclo 1, distinguiu-se um tratamento com bagas de coloração menos violácea, sendo esta resposta observada na combinação latada e 'IAC 766'.

Sob latada e lira, foram observados os maiores teores de sólidos solúveis nas uvas 'Isabel Precoce': 23,1 e 22,9 °Brix, respectivamente (Tabela 4). O porta-enxerto 'IAC 572' proporcionou às bagas da cultivar copa maior teor de sólidos solúveis (Tabela 6). Quanto aos teores de açúcares solúveis totais, a interação porta-enxerto e ciclo produtivo destacou que os menores teores foram observados sobre 'IAC 766' no ciclo 2 (Tabela 3). Por sua vez, o 'IAC

572' promoveu maior estabilidade no acúmulo de açúcares solúveis totais em bagas de uva 'Isabel Precoce' em ciclos produtivos do primeiro semestre do ano.

No ciclo 1, em uvas de cultivo sobre o porta-enxerto 'IAC 572', as bagas caracterizaram-se por maior acidez titulável: 0,68 g de ácido tartárico 100 mL<sup>-1</sup> (Tabela 3). Verificou-se que o 'IAC 766' contribuiu para maior estabilidade na degradação dos ácidos orgânicos entre os ciclos produtivos, determinando valores de 0,62 g de ácido tartárico 100 mL<sup>-1</sup>, no ciclo 1, e 0,60 g de ácido tartárico 100 mL<sup>-1</sup>, no ciclo 2. Esta variável também foi influenciada pelo efeito isolado do sistema de condução, tendo as uvas de cultivo em latada apresentado menor acidez titulável (Tabela 4).

### **3.2. Compostos fenólicos e atividade antioxidante**

Os teores de flavonoides amarelos e de antocianinas na casca bem como os de polifenóis extraíveis totais na casca e polpa não apresentaram distribuição normal (Tabela 5). A amplitude de variação do teor de flavonoides amarelos, no ciclo 1, foi de 24,72 mg 100 g<sup>-1</sup>, nas uvas de cultivo em espaldeira sobre o porta-enxerto 'IAC 766', a 43,12 mg 100 g<sup>-1</sup>, quando se adotou latada e 'IAC 572'. No ciclo 2, o teor de flavonoides amarelos variou de 32,07 mg 100 g<sup>-1</sup>, em uvas cultivadas em latada sobre 'IAC 766', a 62,24 mg 100 g<sup>-1</sup>, no tratamento que associou lira a 'IAC 766'. Ressalta-se que, no ciclo 1, o tratamento lira em associação a 'IAC 766' proporcionou maiores teores médios de flavonoides amarelos que espaldeira associada a 'IAC 766' e latada com o mesmo porta-enxerto. No ciclo 2, as maiores médias foram observadas nas uvas conduzidas em lira sobre 'IAC 766' em relação à lira sobre 'IAC 572' e latada sobre 'IAC 766'.

No ciclo 1, os teores de antocianinas totais variaram de 160,07 mg 100 g<sup>-1</sup>, em uvas cultivadas em espaldeira e porta-enxerto 'IAC 766', a 290,43 mg 100 g<sup>-1</sup>, quando sob latada e 'IAC 572' (Tabela 5). No ciclo 2, os valores variaram de 148,44 mg 100 g<sup>-1</sup>, sob espaldeira e porta-enxerto 'IAC 572', a 332,55 mg 100 g<sup>-1</sup>, com o mesmo sistema de condução, porém sobre

‘IAC 766’. Portanto, os porta-enxertos responderam diferencialmente quando combinados à espaldeira e sob as condições do ciclo do primeiro semestre de 2018. Para ambos os ciclos produtivos, o sistema espaldeira combinado a ‘IAC 572’ resultou em menores teores de antocianinas nas cascas das uvas. Esta resposta contraria os interesses de melhoria da coloração das uvas ‘Isabel Precoce’ a fim de promover características do suco mais apreciáveis pelo consumidor. Desta forma, esta combinação de sistema de condução e porta-enxerto deve ser evitada.

Os teores de polifenóis extraíveis totais, no ciclo 1, variaram desde 120,57 mg de ácido gálico.100 g<sup>-1</sup>, em uvas cultivadas sob lira e ‘IAC 766’, a 196,47 mg de ácido gálico.100 g<sup>-1</sup>, naquelas cultivadas em latada com ‘IAC 766’ (Tabela 5). No ciclo 2, a variação foi de 168,00 mg de ácido gálico.100 g<sup>-1</sup>, em cultivo sob espaldeira e ‘IAC 572’, a 210,75 mg de ácido gálico.100 g<sup>-1</sup>, sob lira e ‘IAC 766’. Neste ciclo, não foi possível distinguir tratamento com maior potencial de acúmulo de polifenóis extraíveis totais. Ressalta-se que o sistema latada possibilitou menores variações nos teores de polifenóis extraíveis totais, assim como de antocianinas totais, em função do ciclo produtivo.

A atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical ABTS<sup>•+</sup>, foi influenciada pelas interações entre sistema de condução e ciclo produtivo (Tabela 2), porta-enxerto e ciclo produtivo (Tabela 3), sistema de condução e porta-enxerto (Tabela 7). As maiores atividades antioxidantes foram observadas no ciclo 2, destacando-se as uvas de cultivo em lira (Tabela 2). Considerando a interação ciclo produtivo e porta-enxerto, a maior atividade antioxidante, verificada por este método, foi observada nas uvas de videiras enxertadas sobre ‘IAC 766’ em ambos os ciclos produtivos (Tabela 3). Quanto à interação entre os sistemas de condução e porta-enxertos, a menor atividade antioxidante foi verificada nas uvas de tratamento espaldeira e ‘IAC 572’ (Tabela 7).

Os dados de atividade antioxidante, determinada pelo método DPPH<sup>•</sup>, não apresentaram

distribuição normal, variando, no ciclo 1, de 7176 g g<sup>-1</sup> DPPH (maior atividade antioxidante), em uvas cultivadas em latada e sobre ‘IAC 766’, a 11055 g g<sup>-1</sup> DPPH (menor atividade antioxidante), sob lira com ‘IAC 572’ (Tabela 5). No ciclo 2, os valores variaram de 6973 g g<sup>-1</sup> DPPH, em uvas cultivadas em lira e porta-enxerto ‘IAC 766’ a 10561 g g<sup>-1</sup> DPPH, em espaldeira associada ao ‘IAC 572’. Ressalta-se que no ciclo 1, o tratamento latada com o ‘IAC 766’ proporcionou maior atividade antioxidante e o tratamento lira com ‘IAC 572’, a menor. No ciclo 2, a maior atividade antioxidante foi observada nas uvas dos tratamentos lira com o porta-enxerto ‘IAC 766’, latada com o ‘IAC 572’ e latada com o ‘IAC 766’, e a menor no tratamento espaldeira com ‘IAC 572’.

### **3.3. Análise de Componentes Principais (ACP)**

Os componentes 1 e 2 explicaram 71,41% da variação dos dados (Figura 1). Entre as variáveis, o teor de antocianinas totais foi a que melhor contribuiu para a distinção da combinação dos tratamentos latada associada ao porta-enxerto ‘IAC 572’ no ciclo 2 (OTSR1C2) e latada associada a ‘IAC 766’ no ciclo 2 (OTSR2C2). Por sua vez, o teor de flavonoides amarelos foi a variável que melhor distinguiu os tratamentos lira associada a ‘IAC 572’ no ciclo 2 (LR1C2), lira associada a ‘IAC 766’ no ciclo 2 (LR2C2), espaldeira associada a ‘IAC 572’ no ciclo 2 (VSPR1C2) e a espaldeira associada a ‘IAC 766’ no ciclo 2 (VSPR2C2). A atividade antioxidante, determinada pelo método do DPPH<sup>•</sup>, distinguiu os tratamentos lira associada a ‘IAC 572’ no ciclo 1 (LR1C1) e espaldeira associada a ‘IAC 572’ no ciclo 1 (VSPR1C1). Por sua vez, a\* distinguiu o tratamento espaldeira associada a ‘IAC 766’ no ciclo 1 (VSPR1C1). Ressalta-se que os tratamentos OTSR1C2, OTSR2C2, LR1C2, LR2C2, VSPR1C2 e VSPR2C2 estão dispostos em um quadrante, enquanto LR1C1, LR2C1, VSPR1C1, VSPR2C1, OTSR1C1 e OTSR2C1 estão distribuídos em outro, evidenciando distinção marcante em função dos ciclos produtivos, mesmo em se tratando de safras do mesmo semestre do ano.



### **3.4. Análise de correlação**

Correlações positivas e com coeficientes acima de 0,70 foram observadas entre teor de polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante determinada por ABTS, atividade antioxidante determinada por este método e b\*, L e a\*, polifenóis extraíveis totais e b\* e atividade antioxidante determinada por DPPH e L (Tabela 8). Entre as variáveis que representam os métodos para determinar a atividade antioxidante, o que usa o radical DPPH• e b\*, o método ABTS•+ e L, o teor de polifenóis extraíveis totais e L, o teor de flavonoides amarelos e L bem como entre teores de flavonoides amarelos e a\*, as correlações foram negativas e superiores a 0,70. Correlações importantes também foram observadas entre teores de sólidos solúveis e de açúcares solúveis totais, polifenóis extraíveis totais e flavonoides amarelos, antocianinas e atividade antioxidante pelo método DPPH e polifenóis extraíveis totais e o mesmo método de quantificação de atividade antioxidante. Essas correlações permitem estimar respostas entre as variáveis de qualidade dos frutos em decorrência de fatores do manejo ou do ambiente de produção.

## **4. Discussão**

### **4.1. Componentes de qualidade**

A massa do cacho está associada a vários fatores que não foram objeto de estudo do presente trabalho, como nutrição mineral, área foliar e status hídrico (Santos et al., 2015), mas alguns podem justificar os valores observados nas amostras de videiras conduzidas em lira, no ciclo 2. Por possuir mecanismos fisiológicos de autorregulação, a videira direciona suas reservas para vigor ou frutificação, dependendo de sua necessidade (Bem et al., 2015). Também, é passível de sofrer alterações anatômicas e fisiológicas na parte aérea e basal quando submetida a um sistema de condução (Katerji et al., 1994). Estas alterações, dependendo do sistema adotado, podem justificar a variação na massa final dos cachos e bagas, propiciadas

também pelo porta-enxerto utilizado.

No sistema latada, cerca de 100% da luz incidente é capturada e utilizada pelo aparelho fotossintético das plantas, que possivelmente deve repercutir em maior massa da baga (Creasy e Creasy, 2009). Em condições ótimas de clima e solo, porta-enxertos vigorosos podem transmitir crescimento vegetativo excessivo, afetando negativamente as características produtivas (Silva et al., 2018). Logo, além do efeito do sistema de condução, é provável que o porta-enxerto 'IAC 766', de menor vigor quando comparado ao 'IAC 572', tenha possibilitado maior absorção de água e nutrientes, incrementando a massa da baga da videira 'Isabel Precoce'.

Menores valores de resistência da baga à força de compressão indicam amaciamento, que está relacionado à solubilização das pectinas e à degradação da parede celular. Por se tratar de uma cultivar para elaboração de suco, essa menor resistência indica facilidade no desprendimento do pedicelo, o que permitiria maior rendimento no processo de desengace, que antecede a maceração das uvas (Ribeiro et al., 2012). É possível que a maior radiação solar registrada na fase de colheita no ciclo 2, associada à arquitetura do dossel dos sistemas lira e espaldeira, tenha proporcionado maior exposição das bagas à radiação. Altas temperaturas e elevada radiação solar aumentam a taxa de transpiração, desencadeando alta tensão da água no xilema, que impede o fluxo para o floema. Logo, o gradiente de pressão de turgor no floema e a turgescência do tecido diminuem, reduzindo a resistência da baga (Nikinmaa et al., 2012). Leão et al. (2016), avaliando o manejo do dossel em videiras 'Syrah' em condições tropicais, consideraram a possibilidade de que as maiores temperaturas registradas próximas da colheita, associadas à prática de restrição à irrigação nesta ocasião, contribuam para essa resposta.

Os valores de L da casca das uvas 'Isabel Precoce', no presente trabalho, foram menores que os relatados por Ribeiro et al. (2012), em estudo realizado na mesma região e durante o primeiro semestre do ano. Os baixos valores de L podem ser decorrentes de maior quantidade

de cera epicuticular depositada sobre as bagas, durante a maturação. Ressalta-se que, por se tratar de uma cultivar destinada tanto à elaboração de suco quanto ao consumo fresco, o valor de L possui importância quando o mercado alvo é o segundo. Para o processamento, o brilho da casca, que se torna resíduo do processo, não é relevante.

Nas uvas tintas para suco, a cor é devida aos compostos antocianínicos, que correspondem a tons desde o vermelho rosado até o azul violáceo (Leão et al., 2016). A intensidade destes pigmentos está relacionada a valores de  $a^*$  positivos e de  $b^*$  negativos. Desta forma, os maiores valores de  $a^*$ , no ciclo 1, indicam maior intensidade de vermelho, que é associada às antocianinas. Os menores valores de  $a^*$  foram observados no ciclo 2, quando se constatou, conforme Tabela 1, menor umidade relativa do ar na fase de maturação. Sob baixa umidade relativa do ar, há déficit de pressão de vapor, resultando em redução da transpiração e da fotossíntese, afetando negativamente a síntese e acúmulo de flavonoides, como as antocianinas (Vogt et al., 1994).

Quanto mais negativo o valor de  $b^*$ , mais intensa é a coloração violácea, característica desejável em uvas para suco. No ciclo 1, caracterizado por elevadas temperaturas, alta incidência de radiação solar e baixa umidade relativa do ar durante a maturação, as uvas apresentaram coloração violácea mais intensa. Entretanto, a posição dos cachos, em função da arquitetura do dossel em cada sistema de condução, e o comportamento do porta-enxerto contribuem para variações nos componentes que, em conjunto, compõem os pigmentos que caracterizam a cor do fruto (Leão et al., 2016). Ressalta-se que a coloração das bagas está relacionada a síntese de antocianinas, e que a intensidade da coloração azul-violácea depende do incremento de grupos hidroxilas na molécula (Delgado-Vargas et al., 2000). Logo, as bagas de videiras conduzidas em sistema latada, associado ao porta-enxerto 'IAC 766', no ciclo 1, apresentaram menor intensidade de coloração violácea, indicando menor número de grupos hidroxilas ligados à molécula.

Neste estudo, os sistemas lira e latada, proporcionaram os maiores teores de sólidos solúveis, assim como o porta-enxerto 'IAC 572'. Segundo Miele e Rizzon (2017), porta-enxertos de baixo a médio vigor favorecem uma maturação relativamente precoce, proporcionando maiores teores de açúcares solúveis. Entretanto, no presente trabalho, o porta-enxerto de maior vigor apresentou bagas com maiores teores de sólidos solúveis. Isto pode ser justificado pela maior interceptação de luz proporcionada pelos sistemas lira e latada, ratificando que o porta-enxerto influencia a qualidade do cacho da videira, porém as respostas variam conforme as condições climáticas, a cultivar copa e o sistema de condução adotado.

Tem sido relatado que, durante o amadurecimento da uva, o teor de ácidos orgânicos diminui porque são metabolizados no ciclo de Krebs ou convertidos em açúcares pela gliconeogênese (Famiani et al., 2018). Entretanto, a menor acidez titulável das bagas no ciclo 2, pode também está relacionada a maior radiação solar registrada nesse ciclo, que pode ter proporcionado aumento da respiração celular, e conseqüentemente, maior degradação de ácidos orgânicos (Martínez-Lüscher et al., 2016). Ribeiro et al. (2012), avaliando a qualidade da uva 'Isabel Precoce' em safras consecutivas, no Semiárido brasileiro, verificaram acidez titulável em torno de 0,6 g de ácido tartárico 100 mL<sup>-1</sup> na primeira safra, referente ao primeiro semestre do ano, resultado similar ao deste trabalho. Silva et al. (2018), em região de clima tropical com inverno seco, observaram, para essa cultivar, 0,84 g de ácido tartárico 100 mL<sup>-1</sup>. Logo, considera-se que as condições climáticas do semiárido brasileiro, principalmente no que concerne à maior incidência de radiação solar e elevadas temperatura, proporcionam maior degradação de ácidos orgânicos e maior acúmulo de açúcares às uvas da cultivar Isabel Precoce.

#### **4.2. Compostos fenólicos e atividade antioxidante**

As condições que geram algum grau de estresse na planta, seja por radiação solar, temperatura, água, microrganismos ou outro fator, podem afetar a síntese de compostos fenólicos (Leão e Lima, 2018), como os flavonoides. Os maiores teores de flavonoides amarelos

e de antocianinas foram observados no ciclo 2, caracterizado por maior radiação solar global, considerado um fator de estresse, durante a fase de maturação.

Porta-enxertos de maior vigor tendem a proporcionar menor acúmulo de fenólicos nas bagas. Fatores como menor competição por fotoassimilados entre os órgãos vegetativos e produtivos ou menor sombreamento dos cachos pelo dossel menos denso, observados em plantas enxertadas sobre porta-enxertos de menor vigor, podem contribuir para o aumento no teor de antocianinas e compostos fenólicos na casca (Mota et al., 2009), o que justifica o menor acúmulo de antocianinas totais nas cascas das uvas de plantas do tratamento espaldeira combinado ao porta-enxerto 'IAC 572'.

Padilha et al. (2017), avaliando o perfil fenólico em uvas destinadas à elaboração de suco, relataram maior acúmulo de compostos fenólicos em região semiárida tropical devido à alta incidência de radiação solar. Entretanto, respostas distintas observadas entre os sistemas de condução e os porta-enxertos avaliados em ciclos de mesmo semestre do ano, podem ser justificadas principalmente em função da eficiência de cada sistema associado a determinado porta-enxerto na absorção da radiação solar pelo dossel.

Os polifenóis extraíveis totais são oriundos do metabolismo secundário e o principal fator que explica seu acúmulo é a exposição ao sol, uma vez que a fenilalanina amônia-liase (PAL), enzima que catalisa a reação da primeira etapa da rota dos fenólicos, é estimulada pela luz (Wang et al., 2015; Padilha et al., 2017). Logo, a exposição dos cachos ao sol proporcionada pelo sistema lira, em videiras sobre 'IAC 766', tem relação com a maior concentração de polifenóis na uva. Segundo Katerji et al. (1994), a videira conduzida em lira acumula mais compostos fenólicos porque este sistema promove um estresse moderado ao expor os cachos à radiação. O vigor pode induzir ao aumento na densidade da copa, o que influenciaria a qualidade da uva e o acúmulo de compostos fenólicos (Miele e Rizzon, 2017). Dessa forma, pode-se inferir que o 'IAC 766', de menor vigor comparado ao 'IAC 572', associado a lira,

possibilitou maior abertura da copa para melhor captação de luz incidente. Entretanto, de acordo com o presente trabalho, essa resposta é válida apenas para grupos específicos de fenólicos e depende do porta-enxerto adotado e das condições climáticas do ciclo produtivo.

A resposta diferenciada entre os ciclos produtivos, confirma resultados relatados por Xu et al. (2011), que, ao estudar cultivares de videira em clima subtropical relacionaram as condições ambientais ao acúmulo de fenólicos, ocasionando diferenças na atividade antioxidante das uvas. Como para os teores de polifenóis extraíveis totais, o sistema lira associado a 'IAC 766' resultou em maior atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do ABTS<sup>•+</sup>, no ciclo 2, com maior índice de radiação solar. A resposta equivalente fortalece a hipótese de que a atividade antioxidante das uvas está diretamente relacionada aos compostos fenólicos, o que atribui a esses compostos benefícios à saúde e justifica incentivos ao consumo de uvas e seus derivados (Lorenzo et al., 2017). A maior atividade antioxidante, determinada pelo método do DPPH<sup>•</sup>, foi equivalente à determinada por ABTS<sup>•+</sup>. Entretanto, o último exibiu melhor o impacto dos tratamentos na capacidade antioxidante final das uvas 'Isabel Precoce' em condições de clima semiárido tropical.

### **4.3. Análise de componentes principais**

As principais variáveis afetadas por sistemas de condução e porta-enxertos foram os compostos fenólicos e a atividade antioxidante, assim como atributos de cor como a\*, associado às antocianinas. Práticas de manejo do dossel vegetativo a partir da escolha do sistema de condução e porta-enxerto, podem afetar o desenvolvimento e produtividade da videira, devida à retenção de radiação solar. Essa resposta também pode propiciar condições favoráveis à composição fenólica e qualidade do fruto (Leão et al., 2018).

A radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar são fatores que interferem na síntese ou degradação de pigmentos (Leão e Lima, 2018) e de outros compostos fenólicos (Katerji et al., 1994; Padilha et al., 2017). Isto decorre da sensibilidade da enzima PAL a fatores

climáticos, como a radiação solar (Wang et al., 2015). Como a atividade antioxidante das uvas está diretamente relacionada ao conteúdo de compostos fenólicos, esta atividade também é afetada pelas condições climáticas (Xu et al., 2011).

#### **4.4. Análise de correlação**

Os açúcares solúveis são os principais constituintes dos sólidos solúveis, o que justifica a alta correlação entre essas variáveis. Os polifenóis, caracterizados por uma ou mais hidroxilas ligadas a um anel aromático, compreendem o maior grupo de compostos bioativos nos vegetais. A alta correlação entre polifenóis extraíveis totais e de flavonoides amarelos da casca é justificada por terem mesma natureza química. Os flavonoides são compostos com dois anéis fenólicos e um anel heterocíclico e, com base no estado de oxidação do último, são divididos em muitos subgrupos (Zhang e Tsao, 2016).

A alta correlação entre polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante por ABTS e DPPH, assim como entre teores de antocianinas totais e atividade antioxidante por DPPH, ratifica o pressuposto de que o potencial antioxidante está diretamente relacionado aos compostos do metabolismo secundário (Lorenzo et al., 2017).

A correlação entre os atributos de cor da casca (L, a\* e b\*) e as variáveis que mensuram os compostos fenólicos e a atividade antioxidante pode ser justificada pelo fato de que os principais pigmentos responsáveis pela cor da uva tinta, as antocianinas, são resultantes do metabolismo secundário (Leão e Lima, 2018). Ressalta-se que os valores observados para a atividade antioxidante por meio dos métodos de captura dos radicais ABTS<sup>•+</sup> e DPPH<sup>•</sup> estão correlacionados entre si, indicando a possibilidade de conclusões congruentes com o uso de ambos, em uvas (Lorenzo et al., 2017).

#### **5. Conclusões**

As condições ambientais predominantes nos ciclos produtivos influenciaram a

qualidade e a atividade antioxidante da uva ‘Isabel Precoce’, em cultivo tropical, sendo as respostas diferenciadas conforme o sistema de condução e o porta-enxerto. O porta-enxerto ‘IAC 766’ proporcionou maior estabilidade da massa do cacho e da acidez titulável entre os ciclos, enquanto ‘IAC 572’ possibilitou acúmulo de açúcares solúveis totais mais estável. Entretanto, quando combinado à espaldeira, este porta-enxerto não permitiu teor de antocianinas comparável aos demais tratamentos, o que representa desvantagem para o produto final. A resistência da baga à compressão, os teores de polifenóis extraíveis totais e de antocianinas foram mais estáveis entre os ciclos nas uvas de plantas conduzidas em latada independentemente do porta-enxerto. Quanto aos teores de flavonoides amarelos, apenas quando associado a ‘IAC 766’, o sistema latada resultou em maior estabilidade entre os ciclos. O sistema lira no ciclo 2, caracterizado por maior radiação solar, proporcionou maior atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical livre ABTS<sup>•+</sup>. Enquanto que, o sistema latada, associado ao porta-enxerto ‘IAC 766’ além de ter proporcionado elevada atividade antioxidante pelo método DPPH<sup>•</sup>, proporcionou maior estabilidade entre os ciclos produtivos. Logo, afim de garantir maior previsibilidade da qualidade da uva e de seus derivados ao longo das safras, o sistema latada, independente do porta-enxerto utilizado, se mostrou eficiente na estabilidade das variáveis de composição fenólica e atividade antioxidante da uvas ‘Isabel Precoce’ em ciclos do primeiro semestre do ano.

## **6. Referências**

- Association of Official Agricultural Chemists (AOAC). 2010. Official methods of analysis of the Association of the Agricultural Chemists. 18ed. AOAC, Gaithersburg, MD, USA.
- Bem, BP de, Bogo, A., Everhart, S, Casa, RT, Gonçalves, MJ, Filho, JLM, Cunha, IC da. 2015. Effect of Y-trellis and vertical shoot positioning training systems on downy mildew and botrytis bunch rot of grape in highlands of southern Brazil. *Sci. Hortic.* 185, 162-166.



<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.01.023>.

Creasy, GL, Creasy, LL. 2009. Grapes. Crop production Science in Horticulture. London, UK, Europe.

Delgado-Vargas, F, Jiménez, AR, Parede-López, O. 2000. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains – characteristics, biosynthesis, processing, and stability. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 40, 173-289. <http://doi.org/10.1080/10408690091189257>.

Embrapa Semiárido. 2017. Médias Anuais da Estação Agrometeorológica de Bebedouro, Petrolina-PE. Embrapa Semiárido.

Embrapa Semiárido. 2018. Médias Anuais da Estação Agrometeorológica de Bebedouro, Petrolina-PE. Embrapa Semiárido.

Famiani, F, Paoletti, A, Proietti, P, Battistelli, A, Moscatello, S, Cruz-Castillo, JG, Walker, RP. 2018. The occurrence of phosphoenolpyruvate carboxykinase (PEPCK) in the pericarp of different grapevine genotypes and in grape leaves and developing seeds. J. Hortic. Sci. Biotechnol. 93, 456-465. <http://doi.org/10.1080/14620316.2017.1417748>.

Francis, FJ. 1982. Analysis of anthocyanins. p. 181-207. In: Markakis, P., eds. Anthocyanins as food colors. New York, NY, USA.

Katerji, N, Daudet, FA, Carbonneau, A, Ollat, N. 1994. Etude à l'échelle de la plante entière du fonctionnement hydrique et photosynthétique de la vigne: comparaison des systèmes de conduite traditionnel et en Lyre. Vitis 33, 197-203. <https://ojs.openagrar.de/index.php/VITIS/article/view/4968>

Larrauri, JA, Rupérez, P, Saura-Calixto, F. 1997. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. J. Agric. Food Chem. 45, 1390-1393. <http://doi.org/10.1021/jf960282f>.

Leão, PC de S, Lima, MAC. 2018. Canopy management of table grapes cultivar in tropical conditions. J. Agr. Sci. Tech. 8, 228-233. <http://doi.org/10.17265/2161-6264/2018.04.004>

Leão, PC de S, Nunes, BTG, Lima, MAC de. 2016. Canopy management effects on ‘Syrah’ grapevines under tropical semi-arid conditions. *Sci. Agric.* 73, 209-216. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-9016-2014-0408>.

Leão, PC de S, Rego, JI de S, Nascimento, JHB, Souza, EM de C. 2018. Yield and physicochemical characteristics of ‘BRS Magna’ and ‘Isabel Precoce’ grapes influenced by pruning in the São Francisco river valley. *Cienc. Rural* 48, e20170463. <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20170463>.

Lorenzo, C, Badea, M, Colombo, F, Orgiu, F, Frigerio, G, Pastor, RF, Restani, P. 2017. Antioxidant activity of wine assessed by different *in vitro* methods. *BIO Web Conf.* 9, 04008. <http://doi.org/10.1051/bioconf/20170904008>.

Martínez-Lüscher, J, Sánchez-Días, M, Delrot, S, Aguirreolea, J, Pascual, I, Gomès, E. 2016. Ultraviolet-B alleviates the uncoupling effect of elevated CO<sub>2</sub> and increased temperature on grape berry (*Vitis vinifera* cv. Tempranillo) anthocyanin and sugar accumulation. *Aust. J. Grape Wine Res.* 22, 87-95. <https://doi.org/10.1111/ajgw.12213>.

Miele, A, Rizzon, LA. 2017. Rootstock-scion interaction: 1. Effect on the yield components of Cabernet Sauvignon grapevine. *Rev. Bras. Frutic.* 39, e-434. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452017820>.

Miller, NJ, Diplock, AT, Rice-Evans, C, Davies, MJ, Gopinathan, V, Milner, A. 1993. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. *Clin. Sci.* 84, 407-412. <http://doi.org/10.1042/cs0840407>.

Mota, RV da, Souza, CR de, Favero, AC, Silva, CPC, Carmo, EL do, Fonseca, AR, Regina, M de A. 2009. Produtividade e composição físico-química de bagas de cultivares de uva em diferentes porta-enxertos. **Pesq. Agropec. Bras.** 44, 576-582. <http://doi.org/10.1590/S0100-204X2009000600005>.

Nikinmaa, E, Hölttä T, Hari, P, Kolari, P, Mäkelä, A, Sevanto, S, Vesala, T. 2012. Assimilate

transport in phloem sets conditions for leaf gas exchange. *Plant Cell Environ.* 36, 655-669. <https://doi.org/10.1111/pce.12004>.

Padilha, CVS, Miskinis, GA, Souza, MEAO, Pereira, GE, Oliveira, D, Bordignon-Luiz, MT, Lima, MS. 2017. 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 Chem.* 228, 106-115. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.01.137>.

Ribeiro, TP, Lima, MAC de, Alves, RE. 2012. Maturação e qualidade de uvas para suco em condições tropicais, nos primeiros ciclos de produção. *Pesq. Agropec. Bras.* 47, 1057-1065. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2012000800005>.

Rufino, M do SM, Alves, RE, Brito, ES de, Pérez-Jiménez, J, Saura-Calixto, F, Mancini-Filho, J. 2010. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chem.* 121, 996-1002. <http://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.037>.

Sánchez-Moreno, C, Larrauri, JA, Saura-Calixto, F. 1998. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. *J. Sci. Food Agric.* 76, 270-276. [https://doi.org/10.1002/\(sici\)1097-0010\(199802\)76:2<270::AID-JSFA945>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(sici)1097-0010(199802)76:2<270::AID-JSFA945>3.0.CO;2-9).

Santos, AO, Pereira, AE, Moreira, CA. 2015. Qualidade físico-química da uva e perfil sensorial vínico para diferentes cultivares de videira submetidas à poda mecanizada. *Rev. Bras. Frutic.* 37, 432-441. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-125/14>.

Silva, MJR da, Paiva, APM, Pimentel Junior, A, Sánchez, CAPC, Callili, D, Moura, MF, Leonel, S, Tecchio, MA. 2018. Yield performance of new juice grape varieties grafted onto different rootstocks under tropical conditions. *Sci. Hortic.* 241, 194-200. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.06.085>.

Soares, JM, Leão, PCS. 2009. A vitivinicultura no Semiárido brasileiro. Petrolina, PE, Brasil.

Vogt, T, Pollak, P, Taryl, N, Taylor, LP. 1994. Pollination- or wound-induced kaempferol

accumulation in petunia stigmas enhances seed production. *Plant Cell* 6, 11-23.  
<http://doi.org/10.1105/tpc.6.1.11>.

Xu, C, Zhang, Y, Zhu, L, Huang, Y, Lu, J. 2011. Influence of growing season on phenolic compounds and antioxidant properties of grape berries from vines grown in subtropical climate. *J. Agric. Food Chem.* 59, 1078-1086. <http://doi.org/10.1021/jf104157z>.

Yemn, EW, Willis, AJ. 1954. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. *Biochem. J.* 57, 504-514. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1269789>.

Wang, J, Ma, L, Xi, H, Wang, L, Li, S. 2015. Resveratrol synthesis under natural conditions and after UV-C irradiation in berry skin is associated with berry development stages in 'Beihong' (*V. vinifera* x *V. amurensis*). *Food Chem.* 168, 430-438.  
<http://www.doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.07.025>.

Zenebon, O, Pascuet, NS, Tiglea, P. 2008. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4ed. Instituto Adolfo Lutz, São Paulo, Brasil.

Zhang, H, Tsao, R. 2016. Dietary polyphenols, oxidative stress, antioxidant, and anti-inflammatory effects. *Curr. Opin. Food Sci.* 8, 33-42.  
<https://doi.org/10.1016/j.cofs.2016.02.002>.

**Tabela 1.** Dados meteorológicos mensais do Campo Experimental de Bebedouro/Embrapa Semiárido, durante os ciclos produtivos de janeiro a maio de 2017 e de janeiro a maio de 2018, em que foram estudadas a qualidade pós-colheita das bagas de videiras ‘Isabel Precoce’ sob influência de diferentes sistemas de condução e porta-enxertos.

Período	T (°C)			UR (%)	Rad. (MJ m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup> )	Vv (m s <sup>-1</sup> )	Precip. (mm)	ET0 (mm dia <sup>-1</sup> )
	Méd.	Máx.	Mín.					
Ciclo de 23 de janeiro a 2 de maio de 2017 (Ciclo 1)								
jan/17	29,3	36,0	23,2	45,1	18,2	2,4	10,2	6,3
fev/17	29,1	35,8	23,5	54,0	19,8	2,0	24,3	5,8
mar/17	28,8	35,3	23,3	57,6	19,8	1,8	5,6	5,5
abr/17	28,0	34,2	22,6	62,0	17,4	2,4	3,2	5,4
mai/17	27,0	32,7	21,9	65,1	16,8	2,2	26,0	4,7
<b>Média</b>	<b>28,4</b>	<b>34,8</b>	<b>22,9</b>	<b>56,8</b>	<b>18,4</b>	<b>2,2</b>	<b>13,9</b>	<b>5,5</b>
Ciclo de 24 janeiro a 21 maio de 2018 (Ciclo 2)								
jan/18	28,3	35,0	23,3	65,1	23,7	1,9	43,0	6,0
fev/18	27,3	33,7	23,1	80,0	21,5	1,2	66,1	4,9
mar/18	27,5	34,1	23,0	81,2	22,9	0,9	109,4	4,8
abr/18	26,2	32,3	21,6	79,3	20,6	1,1	100,5	4,3
mai/18	26,0	32,8	20,3	74,5	19,3	1,6	6,7	4,3
<b>Média</b>	<b>27,1</b>	<b>33,6</b>	<b>22,3</b>	<b>76,0</b>	<b>21,6</b>	<b>1,3</b>	<b>65,1</b>	<b>4,9</b>

T. Méd. = Temperatura média; T. Máx. = Temperatura máxima; T. Mín. = Temperatura mínima; UR = Umidade relativa; Rad. = Radiação solar global; Vv = Velocidade do vento à altura de 2.0 m; Precip. = Precipitação pluviométrica acumulada; ET0= Evapotranspiração de referência. Fonte: Estação Agrometeorológica de Bebedouro, Petrolina, PE - Embrapa Semiárido (2017); Embrapa Semiárido (2018).

**Tabela 2.** Massa do cacho, resistência da baga à força de compressão e atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical ABTS<sup>•+</sup>, de uvas ‘Isabel Precoce’ cultivadas sob três sistemas de condução, em dois ciclos produtivos do primeiro semestre do ano, na região do submédio do Vale do São Francisco<sup>(1)</sup>

Sistema de condução	23 de janeiro a 02 de maio de 2017 (Ciclo 1)	24 de janeiro a 21 de maio de 2018 (Ciclo 2)	CV (%)
Massa do cacho (g)			
Espaldeira	92,38 aA	85,71 aB	<b>7,74</b>
Lira	98,35 bA	108,07 aA	
Latada	80,49 bB	88,13 aB	
Resistência à força de compressão (N)			
Espaldeira	7,34 aA	6,43 bA	<b>8,06</b>
Lira	7,31 aA	6,46 bA	
Latada	6,91 aA	7,10 aA	
Atividade antioxidante por ABTS <sup>•+</sup> (µM trolox g <sup>-1</sup> )			
Espaldeira	7,45 bB	7,98 aC	<b>4,07</b>
Lira	7,00 bC	10,43 aA	
Latada	8,46 bA	8,92 aB	

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, ou maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), em relação aos ciclos produtivos e aos sistemas de condução, respectivamente.

**Tabela 3.** Massa do cacho, massa da baga, teor de açúcares solúveis totais, acidez titulável e atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical ABTS<sup>•+</sup>, de uvas ‘Isabel Precoce’ cultivadas sob dois diferentes porta-enxertos, em dois ciclos produtivos do primeiro semestre do ano, na região do submédio do Vale do São Francisco<sup>(1)</sup>

Porta-enxertos	23 de janeiro a 02 de maio de 2017 (Ciclo 1)	24 de janeiro a 21 de maio de 2018 (Ciclo 2)	CV (%)
Massa do cacho (g)			
‘IAC 572’	87,06 bB	95,80 aA	
‘IAC 766’	93,75 aA	92,14 aA	<b>7,74</b>
Massa da baga (g)			
‘IAC 572’	2,23 aB	2,20 aA	
‘IAC 766’	2,46 aA	2,27 bA	<b>5,29</b>
Teor de açúcares solúveis totais (g 100 g <sup>-1</sup> )			
‘IAC 572’	20,67 aA	20,49 aA	
‘IAC 766’	21,03 aA	19,26 bB	<b>5,80</b>
Acidez titulável (g de ácido tartárico 100 mL <sup>-1</sup> )			
‘IAC 572’	0,68 aA	0,58 bA	
‘IAC 766’	0,62 aB	0,60 aA	<b>9,58</b>
Atividade antioxidante por ABTS <sup>•+</sup> (µM trolox g <sup>-1</sup> )			
‘IAC 572’	7,38 bB	9,13 aA	
‘IAC 766’	7,89 bA	9,09 aA	<b>4,07</b>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, ou maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), em relação aos ciclos produtivos e aos porta-enxertos, respectivamente.

**Tabela 4.** Massa da baga, teor de sólidos solúveis e acidez titulável de uvas ‘Isabel Precoce’, em três sistemas de condução, na região do submédio do Vale do São Francisco<sup>(1)</sup>

Variável	Espaldeira	Lira	Latada	CV (%)
Massa da baga (g)	2,27 ab	2,23 b	2,36 a	<b>5,29</b>
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	22,0 b	23,1 a	22,9 a	<b>4,16</b>
Acidez titulável (g de ácido tartárico 100 mL <sup>-1</sup> )	0,63 a	0,65 a	0,58 b	<b>9,58</b>

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 5.** Valores médios e desvios-padrão dos atributos de cor luminosidade (L), a\* e b\*, teor de flavonoides amarelos, teor de antocianinas totais, teor de polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical DPPH•, de uvas ‘Isabel Precoce’, sob influência de sistemas de condução, porta-enxertos e ciclos produtivos do primeiro semestre do ano, na região do submédio do Vale do São Francisco<sup>(1)</sup>

Sistema de condução	23 de janeiro a 02 de maio de 2017 (Ciclo 1)		24 de janeiro a 21 de maio de 2018 (Ciclo 2)	
	‘IAC 572’	‘IAC 766’	‘IAC 572’	‘IAC 766’
<b>L</b>				
Espaladeira	28,80 ± 0,25	29,35 ± 0,33	26,66 ± 0,57	26,76 ± 0,47
Lira	28,90 ± 0,85	28,66 ± 0,27	26,44 ± 0,44	26,07 ± 0,21
Latada	28,23 ± 0,45	27,04 ± 1,12	26,27 ± 0,50	26,39 ± 0,81
<b>CV (%)</b>	<b>2,36</b>			
<b>a*</b>				
Espaladeira	2,24 ± 0,83	3,14 ± 0,96	0,75 ± 0,16	1,24 ± 0,38
Lira	2,31 ± 1,31	2,44 ± 0,61	0,61 ± 0,16	0,90 ± 0,19
Latada	2,16 ± 0,80	3,24 ± 0,46	0,73 ± 0,15	1,41 ± 0,54
<b>CV (%)</b>	<b>33,76</b>			
<b>b*</b>				
Espaladeira	-1,86 ± 0,41	-1,70 ± 0,56	-0,42 ± 0,15	-0,29 ± 0,15
Lira	-1,78 ± 0,53	-1,68 ± 0,15	-0,17 ± 0,16	-0,10 ± 0,08
Latada	-1,13 ± 0,28	-0,45 ± 0,20	-0,22 ± 0,22	-0,06 ± 0,06
<b>CV (%)</b>	<b>38,89</b>			
<b>Teor de flavonoides amarelos (mg 100 g<sup>-1</sup>)</b>				
Espaladeira	31,41 ± 3,87	26,90 ± 2,18	53,51 ± 4,05	58,59 ± 2,04
Lira	30,91 ± 1,82	37,63 ± 2,49	45,46 ± 3,09	60,01 ± 2,23
Latada	35,19 ± 7,93	30,91 ± 8,07	56,76 ± 1,70	35,40 ± 3,33
<b>CV (%)</b>	<b>9,11</b>			
<b>Teor de antocianinas totais (mg 100 g<sup>-1</sup>)</b>				
Espaladeira	196,73 ± 17,47	188,35 ± 28,28	150,63 ± 2,19	324,04 ± 8,51
Lira	219,02 ± 19,74	206,55 ± 15,64	297,27 ± 14,88	309,77 ± 15,46
Latada	261,57 ± 28,86	234,53 ± 27,75	225,10 ± 8,25	286,59 ± 8,28
<b>CV (%)</b>	<b>7,22</b>			
<b>Teor de polifenóis extraíveis totais (mg de ácido gálico, 100 g<sup>-1</sup>)</b>				
Espaladeira	133,06 ± 10,45	138,53 ± 9,00	170,83 ± 2,83	189,89 ± 4,06
Lira	173,58 ± 13,81	141,45 ± 20,88	196,52 ± 4,38	207,72 ± 3,03
Latada	161,75 ± 28,24	180,92 ± 15,55	183,81 ± 3,48	180,10 ± 2,17
<b>CV (%)</b>	<b>7,80</b>			
<b>Atividade antioxidante por DPPH• (g g<sup>-1</sup> DPPH)</b>				
Espaladeira	9657 ± 309	9792 ± 325	10357 ± 204	8443 ± 274
Lira	10900 ± 155	10237 ± 257	8400 ± 200	7071 ± 98
Latada	10100 ± 178	7335 ± 159	7255 ± 247	7585 ± 331
<b>CV (%)</b>	<b>2,92</b>			

<sup>(1)</sup>Os dados não apresentaram distribuição normal nos seus valores originais ou após transformação.

**Tabela 6.** Teor de sólidos solúveis de uvas ‘Isabel Precoce’ em dois porta-enxertos, na região do submédio do Vale do São Francisco<sup>(1)</sup>

	‘IAC 572’	‘IAC 766’	CV (%)
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	23,0 a	22,3 b	<b>4,16</b>

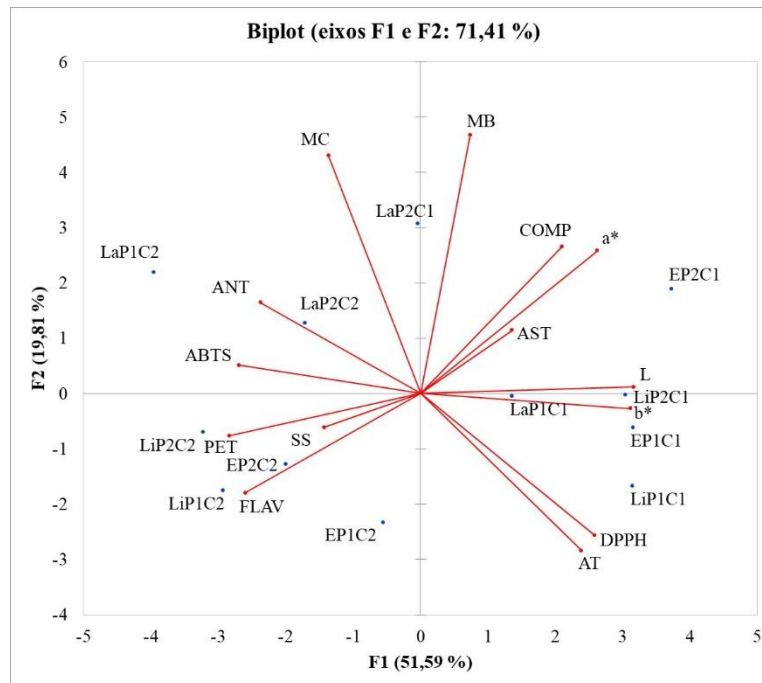
<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 7.** Atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical ABTS<sup>•+</sup>, em  $\mu\text{M}$  trolox  $\text{g}^{-1}$ , de uvas ‘Isabel Precoce’ cultivadas sob diferentes sistemas de condução e porta-enxertos, na região do submédio do Vale do São Francisco<sup>(1)</sup>

Sistema de condução	Porta-enxertos		CV (%)
	‘IAC 572’	‘IAC 766’	
Espaladeira	7,33 bB	8,09 aA	<b>4,07</b>
Lira	8,79 aA	8,63 aA	
Latada	8,64 aA	8,74 aA	

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, ou maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), em relação aos porta-enxertos e sistemas de condução, respectivamente.





**Figura 1.** Análise de componentes principais das variáveis determinantes da qualidade e do potencial antioxidante de uvas ‘Isabel Precoce’, sob influência de sistemas de condução, porta-enxertos e ciclos produtivos do primeiro semestre do ano, na região do submédio do Vale do São Francisco

**Variáveis:**

massa do cacho (MC), massa da baga (MB), teor de sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais (AST), acidez titulável (AT), resistência da baga à força de compressão (COMP), flavonoides amarelos na casca (FLAV), antocianinas totais na casca (ANT), polifenóis extraíveis totais (PET), atividade antioxidante pelos métodos de captura dos radicais livres ABTS<sup>•+</sup> e DPPH<sup>•</sup>, luminosidade (L) e atributos de cor a\* e b\*.

**Tratamentos:**

LaP1C1= latada associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2017; LaP2C1= latada associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2017; LiP1C1= lira associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2017; LiP2C1= lira associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2017; EP1C1= espaldeira associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2017; EP2C1= espaldeira associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2017; LaP1C2= latada associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2018; LaP2C2= latada associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2018; LiP1C2= lira associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2018; LiP2C2= lira associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2018; EP1C2= espaldeira associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2018; EP2C2= espaldeira associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2018.

**Tabela 8.** Coeficientes de correlação de Pearson das variáveis massa do cacho (MC), massa da baga (MB), teor de sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais (AST), acidez titulável (AT), resistência da baga à força de compressão (COMP), flavonoides amarelos na casca (FLAV), antocianinas totais na casca (ANT), polifenóis extraíveis totais (PET), atividade antioxidante determinada pelos métodos de captura dos radicais livres ABTS<sup>•+</sup> e DPPH<sup>•</sup>, e os atributos de cor da casca luminosidade (L), a\* e b\* de uvas ‘Isabel Precoce’ sob influência de sistemas de condução, porta-enxertos e ciclos produtivos, na região do submédio do Vale do São Francisco<sup>(1)</sup>

Variáveis	MB	SS	AST	AT	COMP	FLAV	ANT	PET	ABTS	DPPH	L	a*	b*
MC	<b>0,388</b>	0,037	0,029	<b>-0,418</b>	0,140	-0,009	<b>0,527</b>	0,042	<b>0,294</b>	<b>-0,531</b>	-0,261	0,049	<b>0,341</b>
MB		<b>-0,341</b>	0,018	-0,042	0,235	<b>-0,354</b>	-0,030	-0,257	-0,059	-0,212	0,224	<b>0,503</b>	-0,042
SS			<b>0,678</b>	<b>-0,309</b>	-0,132	0,278	<b>0,379</b>	<b>0,393</b>	<b>0,338</b>	-0,120	<b>-0,315</b>	<b>-0,381</b>	0,218
AST				-0,120	0,066	-0,137	-0,001	-0,066	-0,080	0,233	0,182	0,168	-0,256
AT					0,081	<b>-0,393</b>	<b>-0,520</b>	<b>-0,371</b>	<b>-0,337</b>	<b>0,518</b>	<b>0,546</b>	<b>0,312</b>	<b>-0,468</b>
COMP						<b>-0,476</b>	-0,183	<b>-0,366</b>	<b>-0,301</b>	0,173	<b>0,498</b>	<b>0,529</b>	<b>-0,361</b>
FLAV							<b>0,546</b>	<b>0,631</b>	<b>0,498</b>	<b>-0,417</b>	<b>-0,708</b>	<b>-0,730</b>	<b>0,613</b>
ANT								<b>0,500</b>	<b>0,530</b>	<b>-0,653</b>	<b>-0,540</b>	<b>-0,488</b>	<b>0,486</b>
PET									<b>0,748</b>	<b>-0,610</b>	<b>-0,775</b>	<b>-0,564</b>	<b>0,717</b>
ABTS										<b>-0,753</b>	<b>-0,703</b>	<b>-0,463</b>	<b>0,737</b>
DPPH											<b>0,709</b>	<b>0,313</b>	<b>-0,723</b>
L												<b>0,720</b>	<b>-0,829</b>
a*													<b>-0,447</b>

<sup>(1)</sup>Os valores em negrito são significativos pelo teste t ( $p \leq 0,05$ ).

## **CAPÍTULO V**

**Qualidade e atividade antioxidante de uvas ‘Isabel Precoce’ sob diferentes sistemas de condução e porta-enxertos em região semiárida tropical: safras do segundo semestre**

(Submissão à Ciência e Agrotecnologia)

**QUALIDADE E ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DE UVAS 'ISABEL PRECOCE' SOB  
DIFERENTES SISTEMAS DE CONDUÇÃO E PORTA-ENXERTOS EM REGIÃO  
SEMIÁRIDA TROPICAL: SAFRAS DO SEGUNDO SEMESTRE**

QUALITY AND ANTIOXIDANT ACTIVITY OF 'ISABEL PRECOCE' GRAPES UNDER  
DIFFERENT TRELLIS SYSTEMS AND ROOTSTOCKS IN TROPICAL SEMI-ARID  
REGION: HARVESTS OF THE SECOND SEMESTER

Rayssa Ribeiro da Costa<sup>1</sup>

Talita de Oliveira Ferreira<sup>2</sup>

Antônio Augusto Marques Rodrigues<sup>1</sup>

Eugênio Ribeiro de Andrade Neto<sup>3</sup>

Maria Auxiliadora Coêlho de Lima<sup>4\*</sup>

**ABSTRACT**

Production system associated with environmental factors can provide changes in the grapevine physiology, affecting yield, quality, phenolic composition and antioxidant potential of the grapes. The objective of this study was to characterize the quality and the antioxidant potential of 'Isabel Precoce' grapes grown in different trellis systems and rootstocks in productive cycles of the second semester of the year, in tropical conditions. The experimental design was in randomized blocks, in sub-subplots through time, with four replications. Three

---

<sup>1</sup> Universidade Federal da Paraíba/CCA, 58397-000 – Areia, PB – Brasil.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Vale do São Francisco, 56300-990 – Petrolina, PE – Brasil.

<sup>3</sup> Universidade de Pernambuco, Faculdade de Formação de Professores de Petrolina – 56328-903 – Petrolina, PE – Brasil

<sup>4</sup> \*Dr. Em Agronomia, Embrapa Semiárido, BR 428, km 152, Caixa Postal 23 – 56302-970 – Petrolina, PE – Brasil. auxiliadora.lima@embrapa.br

trellis systems (overhead trellis, lyre and vertical shoot positioning) , and two rootstocks ('IAC 572' and 'IAC 766') were studied in productive cycles of the second half of 2017 (cycle 1) and 2018 (cycle 2), in the Submiddle of São Francisco Valley, in Brazilian Semi-arid region. High temperatures and high solar radiation characterized the productive cycles referring to the second half of the year. The plants trained in lyre and vertical shoot positioning showed higher berry mass and lower resistance to a compression force in the second cycle. In cycle 1, lyre and overhead trellis systems provided greater accumulation of total soluble sugars and higher total anthocyanins and yellow flavonoids contents. The highest antioxidant activity was observed in berries from plants trained with vertical shoot positioning. Some components of quality and chemical composition of grapes exhibited wide variations, even with similar climatic factors, trellis system and rootstock, as well as the same genetic characteristics of the scion, indicating that there are factors, mainly abiotic, that interfere on grape typicality.

**INDEX TERMS:** *Vitis labrusca* L., phenolic compounds, tropical vitiviculture, principal component analysis.

## **RESUMO**

O sistema de produção associado aos fatores ambientais pode proporcionar alterações na fisiologia da videira, influenciando a produtividade, qualidade, composição fenólica e potencial antioxidante das uvas. O objetivo desse estudo foi caracterizar a qualidade e o potencial antioxidante de uvas 'Isabel Precoce' cultivadas em diferentes sistemas de condução e porta-enxertos, em ciclos produtivos do segundo semestre do ano, em condições tropicais. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, em parcelas sub-subdivididas no tempo, com quatro repetições. Foram estudados três sistemas de condução (latada, lira e espaldeira) e dois porta-enxertos ('IAC 572' e 'IAC 766'), em ciclos produtivos referentes ao segundo semestre de 2017 (ciclo 1) e de 2018 (ciclo 2), no Submédio do Vale do São Francisco,

Semiárido brasileiro. Os ciclos referentes ao segundo semestre do ano foram caracterizados por altas temperaturas e elevada radiação solar. As plantas conduzidas em lira e em espaldeira apresentaram maior massa da baga e menor resistência à força de compressão no ciclo 2. No ciclo 1, os sistemas lira e latada proporcionaram maior acúmulo de açúcares solúveis totais e maiores teores de antocianinas e flavonoides amarelos, enquanto que as uvas cultivadas em espaldeira apresentaram maior atividade antioxidante. Alguns dos componentes de qualidade e composição da uva exibiram grandes variações, mesmo com fatores climáticos, sistema de condução, porta-enxerto e carga genética similares, indicando que outros fatores, particularmente abióticos, interferem também na tipicidade da uva.

**TERMOS PARA INDEXAÇÃO:** *Vitis labrusca* L., Compostos fenólicos, Vitivinicultura tropical, Análise de componentes principais.

## INTRODUÇÃO

Na região semiárida tropical do Brasil, o segmento de elaboração de sucos utiliza principalmente cultivares de uvas comuns ou americanas, *Vitis labrusca* L., sendo as principais a Isabel Precoce, BRS Cora, BRS Violeta e BRS Magna (Leão et al., 2018). Nesta região, a videira não entra em estágio de dormência, mas se desenvolve continuamente durante todo o ano, sendo possível encontrar plantas em diferentes fases fenológicas ao mesmo tempo e na mesma área de produção, além da obtenção de duas colheitas por ano (Leão et al., 2017), o que gera variações na composição, qualidade e tipicidade da uva entre safras.

No segmento de elaboração de sucos, as características do produto final têm estreita relação com a qualidade da uva, que está intimamente relacionada ao manejo da videira (Miele e Rizzon, 2017). Logo, estratégias de manejo associadas à escolha do sistema de condução e do porta-enxerto, por exemplo, podem incrementar não apenas o crescimento vegetativo e produtivo da videira mas também a qualidade e composição da uva, incluindo seu potencial

antioxidante. O sistema de condução pode influenciar a fisiologia da videira a partir de uma exposição adequada à radiação solar, o que propicia um microclima desejável aos cachos (Souza et al., 2015; Hickey, Kwasniewski e Wolf, 2018). Por sua vez, o porta-enxerto afeta a duração dos estágios fenológicos, estrutura da copa, crescimento, produção e qualidade dos frutos (Bascunán-Godoy et al., 2017). A adequada seleção do sistema de condução e do porta-enxerto pode induzir incrementos na síntese de compostos que podem agregar valor à uva fresca e seus produtos.

O objetivo desse estudo foi caracterizar a qualidade e o potencial antioxidante das uvas ‘Isabel Precoce’ cultivadas em diferentes sistemas de condução e porta-enxertos, em dois ciclos produtivos do segundo semestre do ano, em condições tropicais.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido em vinhedo da cultivar Isabel Precoce implantado em dezembro de 2015, em Petrolina, Pernambuco (09°09' S, 40°22' O, 376 m de altitude e clima do tipo BSwH), sob três sistemas de condução (latada, lira e espaldeira, todos em espaçamento de 3.0 m x 1.0 m), e utilizando dois porta-enxertos (‘IAC 572’ e ‘IAC 766’). Dois ciclos de produção do segundo semestre do ano foram avaliados: ciclo 1 - 10 de julho de 2017 (poda de produção) a 30 de outubro de 2017 (colheita); e ciclo 2 - de 02 de julho de 2018 (poda de produção) a 15 de outubro de 2018 (colheita).

Durante a execução do experimento, os tratos culturais seguiram as recomendações para a vitivinicultura do Submédio do Vale do São Francisco (Soares e Leão, 2009), adotando-se irrigação diária por gotejamento, com lâmina variando de acordo com os dados meteorológicos coletados para cada dia, na área experimental. Os dados climáticos da região durante este período estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Dados meteorológicos mensais do Campo Experimental de Bebedouro/Embrapa Semiárido, durante os ciclos de produção de 10 de julho a 30 outubro de 2017 e de 02 de julho a 15 de outubro de 2018, referentes ao segundo semestre do ano, em que foi estudada a qualidade das bagas de videiras ‘Isabel Precoce’ sob influência de diferentes sistemas de condução e porta-enxertos.

Período	T (°C)			UR (%)	Rad. (MJ m <sup>-2</sup> dia <sup>-1</sup> )	Vv (m s <sup>-1</sup> )	Precip. (mm)	ET0 (mm dia <sup>-1</sup> )
	Méd.	Máx.	Mín.					
Ciclo de 10 de julho a 30 de outubro de 2017 (Ciclo 1)								
jul/17	22,9	28,4	17,6	69,0	15,1	3,2	4,7	4,4
ago/17	25,1	31,8	19,1	64,7	21,5	2,7	0,6	5,7
set/17	24,1	30,7	18,5	68,7	20,2	3,5	11,9	6,0
out/17	27,9	34,9	21,7	65,6	25,3	3,5	0,0	7,6
Média	25,0	31,4	19,2	67,0	20,5	3,2	4,3	5,9
Ciclo de 02 de julho a 15 de outubro de 2018 (Ciclo 2)								
jul/18	25,0	31,8	18,9	66,3	20,1	2,4	0,4	4,9
ago/18	26,0	33,3	19,5	62,0	23,8	2,5	0,0	5,9
set/18	27,6	34,8	21,1	56,7	26,0	2,7	0,0	6,9
out/18	28,5	35,9	22,8	62,6	25,7	2,2	9,1	6,7
Média	26,8	34,0	20,6	61,9	23,9	2,5	2,4	6,1

T. Méd. = Temperatura média; T. Máx. = Temperatura máxima; T. Mín. = Temperatura mínima; UR = Umidade relativa; Rad. = Radiação solar global; Vv = Velocidade do vento à altura de 2,0 m; Precip. = Precipitação pluviométrica acumulada; ET0= Evapotranspiração de referência. Fonte: Estação Agrometeorológica de Bebedouro, Petrolina, PE.

Fonte: EMBRAPA SEMIÁRIDO (2017); EMBRAPA SEMÁRIDO (2018).

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso em parcelas subdivididas no tempo, sendo as parcelas representadas pelos sistemas de condução, as subparcelas correspondendo aos porta-enxertos e as subsubparcelas, aos ciclos de produção. Utilizou-se quatro repetições, compostas por cinco plantas. Foram colhidos dez cachos por parcela para análises de componentes de qualidade, composição fenólica e atividade antioxidante.

As massas do cacho (g) e da baga (g) foram medidas em balança semianalítica de precisão modelo VI 2400 (Acculab, Florida, EUA), sendo utilizado o valor médio de dez cachos, para a primeira, e, para a segunda, de cinquenta bagas frescas e sadias amostradas dos cachos coletados. Para análise da resistência da baga à força de compressão (N), aferiu-se a força necessária para causar deformação de 20% do volume inicial através de texturômetro digital Extralab TA.XT.Plus (Stable Micro Systems, Surrey, Reino Unido), com placa de pressão P/75. Para tal, foram utilizadas vinte bagas por parcela, separadas uniformemente dos



cachos de cada parcela (Ribeiro, Lima e Alves, 2012). Os atributos de cor da casca em L (luminosidade), a\* (variações do vermelho e do verde) e b\* (variações do amarelo e do azul) foram medidos em vinte bagas coletadas das regiões superior, mediana e inferior dos dez cachos de cada parcela, utilizando colorímetro digital (Konika Minolta, modelo CR-400). O teor de sólidos solúveis (°Brix) foi determinado em refratômetro digital com compensação automática de temperatura ATAGO, modelo PAL-1, a partir do suco extraído da polpa da uva (AOAC, 2010). Os teores de açúcares solúveis totais ( $\text{g } 100 \text{ g}^{-1}$ ) foram determinados em espectrofotômetro UV-Vis (Varian, modelo Carry 50 Bio UV-Vis) a partir do reativo antrona, com leitura a 620 nm (Yemn e Willis, 1954). A acidez titulável ( $\text{g de ácido tartárico } 100 \text{ mL}^{-1}$ ) foi medida em titulador automático digital com potenciômetro Metrohm, modelo Titrino plus 848.

A composição fenólica foi avaliada a partir dos teores de flavonoides amarelos, de antocianinas totais da casca da uva ( $\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ ) e de polifenóis extraíveis totais na casca e polpa conjuntamente. Os dois primeiros grupos químicos foram extraídos e determinados seguindo método proposto por Francis (1982), a partir de uma solução extratora composta por álcool etílico (95%) e HCl (1,5 N) na proporção 85:15. Os flavonoides amarelos foram quantificados em espectrofotômetro UV-Vis Varian modelo Carry 50 Bio, a 374 nm, e as antocianinas totais, a 535 nm. Os teores de polifenóis extraíveis totais ( $\text{mg de ácido gálico } 100 \text{ g}^{-1}$ ) assim como a atividade antioxidante total na casca e baga pelos métodos de captura dos radicais livres ABTS<sup>•+</sup> [(ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolona-6-sulfônico)], expresso em  $\mu\text{M trolox } \text{g}^{-1}$ , e DPPH<sup>•</sup> (2,2-difenil-1-picril-hidrazil), em  $\text{g } \text{g}^{-1}$  DPPH, foram extraídos a partir da casca triturada e polpa macerada de cada amostra, utilizando-se álcool metílico a 50% como primeira solução extratora e acetona a 70%, como segunda (Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto, 1997). Os teores de polifenóis extraíveis totais foram determinados com o auxílio do reagente Folin-Ciocalteu e carbonato de sódio a 20%, em espectrofotômetro UV-Vis Varian modelo Carry 50 Bio, a partir

de leituras no comprimento de onda de 700 nm (Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto, 1997). A atividade antioxidante determinada pelo método ABTS<sup>•+</sup> seguiu o procedimento descrito por Miller et al. (1993) e adaptado por Rufino et al. (2010), com leituras em espectrofotômetro UV-Vis Varian modelo Carry 50 Bio, a 734 nm, enquanto que, pelo método DPPH<sup>•</sup>, foi determinada segundo Sánchez-Moreno, Larrauri e Saura-Calixto (1998), com as adaptações sugeridas por Rufino et al. (2010), e leituras realizadas a 515 nm, no mesmo equipamento.

Através do teste de Shapiro-Wilk, avaliou-se a distribuição normal dos dados. Aqueles que atenderam ao princípio da normalidade foram submetidos à análise de variância, verificando-se os efeitos de parcelas, subparcelas e subsubparcelas bem como das interações possíveis entre elas, tendo suas médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Os dados que não apresentaram distribuição normal e não se adequaram a transformação foram apresentados por meio de suas médias e desvios-padrões. Os dados também foram submetidos à análises de componentes principais (ACP), a fim de avaliar o comportamento dos tratamentos sobre as variáveis, e de correlação de Pearson.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A videira, ao ser submetida a um sistema de condução, passa por alterações anatômicas e fisiológicas decorrentes de seus mecanismos de autorregulação, que direciona suas reservas para vigor ou frutificação, dependendo da necessidade (Bem et al., 2015). A natureza e intensidade de tais alterações dependem do sistema de condução adotado, podendo justificar variações nos componentes de qualidade, que também são influenciadas por outros fatores de manejo, com destaque para o porta-enxerto.

A massa do cacho não apresentou distribuição normal, sendo os maiores valores observados no ciclo 2, com amplitude de variação de 96,67 g, nas plantas cultivadas em latada e com o porta-enxerto ‘IAC 766’, a 130,32 g, naquelas em lira e ‘IAC 766’ (Tabela 2). No ciclo

1, referente ao segundo semestre de 2017, a massa do cacho variou de 41,74 g, nas plantas de cultivo em espaldeira sobre o porta-enxerto ‘IAC 766’, a 87,29 g, naquelas cultivadas em latada sobre ‘IAC 766’.

**Tabela 2.** Valores médios e desvios-padrões das variáveis massa do cacho, atributo de cor da casca a\*, teor de flavonoides amarelos, teor de antocianinas totais, teor de polifenóis extraíveis totais e atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical DPPH•, de uvas ‘Isabel Precoce’, sob influência de sistemas de condução, porta-enxertos e ciclos de produção, na região do Submédio do Vale do São Francisco<sup>(1)</sup>

Sistema de condução	10 de julho a 30 de outubro de 2017 (Ciclo 1)		02 de julho a 15 de outubro de 2018 (Ciclo 2)	
	‘IAC 572’	‘IAC 766’	‘IAC 572’	‘IAC 766’
	Massa do cacho (g)			
Espaldeira	50,83 ± 8,09	52,17 ± 10,43	116,12 ± 5,77	112,14 ± 12,22
Lira	58,49 ± 8,02	65,20 ± 1,55	118,81 ± 5,29	123,11 ± 7,21
Latada	56,14 ± 8,33	81,09 ± 6,20	106,77 ± 6,29	106,36 ± 9,69
CV (%)	8,75			
	a*			
Espaldeira	1,39 ± 0,51	0,98 ± 0,10	1,91 ± 0,17	2,02 ± 0,34
Lira	1,28 ± 0,27	1,21 ± 0,32	2,77 ± 0,98	2,23 ± 0,53
Latada	1,05 ± 0,11	1,37 ± 0,37	1,64 ± 0,47	2,19 ± 0,53
CV (%)	27,13			
	Teor de flavonoides amarelos (mg 100 g <sup>-1</sup> )			
Espaldeira	42,88 ± 4,01	39,30 ± 3,99	36,93 ± 1,04	35,29 ± 0,70
Lira	52,76 ± 5,87	52,39 ± 7,96	27,75 ± 1,31	35,79 ± 0,78
Latada	51,23 ± 4,36	53,27 ± 6,86	36,98 ± 1,13	33,89 ± 1,03
CV (%)	9,49			
	Teor de antocianinas totais (mg 100 g <sup>-1</sup> )			
Espaldeira	256,08 ± 20,34	283,20 ± 31,81	139,92 ± 1,03	115,17 ± 2,04
Lira	327,05 ± 24,87	300,11 ± 29,42	120,17 ± 1,67	146,02 ± 2,18
Latada	492,17 ± 58,52	529,34 ± 35,64	124,09 ± 2,38	132,23 ± 1,99
CV (%)	11,00			
	Teor de polifenóis extraíveis totais (mg de ácido gálico, 100 g <sup>-1</sup> )			
Espaldeira	166,91 ± 7,32	175,11 ± 13,21	261,01 ± 4,71	305,11 ± 6,88
Lira	145,31 ± 9,28	144,46 ± 9,98	160,89 ± 3,58	249,07 ± 8,01
Latada	142,78 ± 10,25	146,81 ± 4,74	336,30 ± 4,98	330,34 ± 12,05
CV (%)	4,23			
	Atividade antioxidante por DPPH• (g g <sup>-1</sup> DPPH)			
Espaldeira	8295 ± 777	7329 ± 683	13417 ± 230	10442 ± 189
Lira	9347 ± 627	9031 ± 423	14437 ± 369	10189 ± 62
Latada	8579 ± 897	9399 ± 419	8506 ± 269	7503 ± 340
CV (%)	5,37			

<sup>(1)</sup>Os dados não apresentaram distribuição normal nos seus valores originais ou após transformação.

A massa do cacho e da baga são indicadores de rendimento relacionados com as fases de floração e frutificação da videira, que podem ser influenciadas por fatores como:

temperatura, radiação solar, umidade relativa do ar, precipitação pluviométrica, assim como pela carga genética da cultivar (Leão et al., 2018; Silva et al., 2018). O número de flores na antese representa o potencial máximo de rendimento numa videira, mesmo que muitas flores não sejam fecundadas, não formando frutos (Duchêne, 2016). A ocorrência de chuva e temperaturas mais baixas na fase de florescimento podem retardar a abertura da flor e reduzir a disponibilidade de carboidratos para o desenvolvimento do óvulo e tubo polínico (Lebon et al., 2005), influenciando negativamente a frutificação e o rendimento da videira. Ressalta-se que o período desde a plena floração até o início de maturação é o de maior duração e com requerimento térmico mais elevado para a videira de forma que a baixa ocorrência de chuvas favorece a formação completa da flor, fecundação e a formação das bagas (Duchêne, 2016). Logo, as menores massas do cacho observadas no ciclo 1 podem ter sido influenciadas pela precipitação pluviométrica no mês de agosto de 2017, no período correspondente à plena floração da videira, que pode resultar em queda de flores.

A massa da baba foi influenciada de forma isolada pelos porta-enxertos, sistemas de condução e ciclo produtivo. Maior massa da baba foi observada nas plantas cultivadas sobre o porta-enxerto ‘IAC 766’, sendo de 2,44 g (Tabela 3).

**Tabela 3.** Massa da baba de uvas ‘Isabel Precoce’ cultivadas em dois porta-enxertos, na região do Submédio do Vale do São Francisco<sup>(1)</sup>

Porta-enxerto	Massa da baba (g)	CV (%)
‘IAC 572’	2,32 b	5,55
‘IAC 766’	2,44 a	

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

Os sistemas lira e espaldeira proporcionaram maior massa de baba (Tabela 4), assim como o segundo ciclo produtivo avaliado, 2,62 g (Tabela 5). Durante a fase de acúmulo ou armazenamento de carboidratos ocorre aumento da massa das bagas e acúmulo de açúcares nos frutos (Rienth et al., 2014). Como esse acúmulo é incrementado sob maior radiação solar, possivelmente os sistemas lira e espaldeira, bem como o porta-enxerto ‘IAC 766’, que é menos

vigoroso que o ‘IAC 572’, possibilitaram maior interceptação da radiação solar e, portanto, maior acúmulo de carboidratos, incrementando a massa das bagas no ciclo 2. Maior teor de carboidratos também induz maior entrada de água nas células devido ao gradiente de potencial osmótico (Nikinmaa et al. 2012), contribuindo para o aumento da massa nessas bagas.

**Tabela 4.** Massa da boga, resistência da boga à força de compressão e acidez titulável de uvas ‘Isabel Precoce’, em três sistemas de condução, na região do Submédio do Vale do São Francisco<sup>(1)</sup>

Variável	Espaldeira	Lira	Latada	CV (%)
Massa da boga (g)	2,42 a	2,43 a	2,29 b	5,55
Resistência à força de compressão (N)	6,21 b	6,49 b	7,28 a	7,99
Acidez titulável (g de ácido tartárico 100 mL <sup>-1</sup> )	0,65 ab	0,58 b	0,68 a	12,94

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

**Tabela 5.** Massa da boga, resistência da boga à força de compressão, atributo de cor da casca luminosidade (L) e acidez titulável de uvas ‘Isabel Precoce’, em dois ciclos de produção, na região do Submédio do Vale do São Francisco<sup>(1)</sup>

Variável	10 de julho a 30 de outubro de 2017 (Ciclo 1)	02 de julho a 15 de outubro de 2018 (Ciclo 2)	CV (%)
Massa da boga (g)	2,15 b	2,62 a	5,55
Resistência à força de compressão (N)	7,20 a	6,12 b	7,99
L	27,44 b	29,72 a	2,15
Acidez titulável (g de ácido tartárico 100 mL <sup>-1</sup> )	0,68 a	0,59 b	12,94

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ).

Em relação ao efeito dos porta-enxertos sobre os componentes de produção, as videiras enxertadas em ‘IAC 766’ apresentaram maior massa da boga, quando comparada com as enxertadas sobre ‘IAC 572’. Estes resultados podem estar relacionados aos diferentes níveis de vigor conferidos pelos porta-enxertos, sendo o ‘IAC 572’ mais vigoroso que o ‘IAC 766’. Particularmente, em solos com baixa disponibilidade de nutrientes, porta-enxertos mais vigorosos têm maior capacidade de absorção e translocação, o que favorece o desempenho da videira. Em contrapartida, em condições ótimas de clima e solo, os porta-enxertos vigorosos podem transmitir crescimento vegetativo excessivo, afetando negativamente as características

produtivas (Silva et al., 2018), o que pode ter ocorrido neste estudo.

A resistência da baga à força de compressão foi influenciada pelos sistemas de condução e ciclos produtivos, tendo espaldeira e lira proporcionado menores valores (Tabela 4), assim como o ciclo 2, com 6,12 N (Tabela 5). No sistema espaldeira, os brotos da videira são direcionados para cima numa cortina vertical e estreita, com a zona de frutificação abaixo enquanto a lira usa linhas largas e dossel aberto, o que aumenta a interceptação de luz solar na região dos cachos (Bem et al., 2015). Porém, o sistema latada se mostra eficiente na captação de luz incidente, permitindo melhor utilização pelo aparelho fotossintético das plantas (Scafidi et al., 2017). Logo, a arquitetura do dossel vegetativo, resultante do sistema de condução adotado e do vigor promovido pelo porta-enxerto, determinará o microclima na região do cacho. Este, por sua vez, poderá influenciar a taxa de transpiração, alterando a tensão da água no xilema, que poderá impedir o fluxo de água para o floema, modificando seu gradiente de pressão de turgor e, por conseguinte, a turgescência do tecido. Esta condição afetará a resistência da baga à força de compressão (Nikinmaa et al. 2012). As elevadas temperaturas associadas à alta radiação solar, característico das condições climáticas do segundo semestre do ano na região do Submédio do Vale do São Francisco, estimulam o metabolismo celular, acelerando processos associados à maturação, como a solubilização de pectinas e a degradação da parede celular. Consequentemente, espera-se menor resistência à força de compressão em função do amaciamento da baga (Ribeiro, Lima e Alves, 2012).

Quanto aos atributos de cor,  $a^*$  não apresentou distribuição normal (Tabela 2),  $L$  foi influenciado apenas pelos ciclos produtivos (Tabela 5) e  $b^*$  foi influenciado pela interação entre sistema de condução e porta-enxertos (Tabela 6). O atributo  $a^*$ , no ciclo do segundo semestre de 2017 (ciclo 1), variou de 0,88, em uvas cultivadas em espaldeira sobre ambos os porta-enxertos, a 1,90, naquelas cultivadas em espaldeira sobre o 'IAC 572', enquanto que, no ciclo do segundo semestre de 2018 (ciclo 2), os valores variaram de 1,17, em uvas cultivadas em

latada e porta-enxerto ‘IAC 572’, a 3,75, naquelas sob lira e ‘IAC 572’. Ressalta-se que maiores valores de  $a^*$  foram observados no ciclo 2, em uvas cultivadas em lira (Tabela 2). Quanto ao valor de L, o ciclo 2 proporcionou bagas com maior luminosidade, 29,72 (Tabela 5). Valores mais negativos de  $b^*$  foram observados nas bagas cultivadas em latada sobre o porta-enxerto ‘IAC 572’, não havendo diferença entre os porta-enxertos nos demais sistemas de condução (Tabela 6).

**Tabela 6.** Atributo de cor da casca  $b^*$  e teor de açúcares solúveis totais de uvas ‘Isabel Precoce’ cultivadas sob diferentes sistemas de condução e porta-enxertos, na região do Submédio do Vale do São Francisco<sup>(1)</sup>

Sistema de condução	Porta-enxerto		CV (%)
	‘IAC 572’	‘IAC 766’	
	$b^*$		
Espaldeira	-1,08 aA	-1,27 aA	22,70
Lira	-1,21 aA	-1,39 aA	
Latada	-1,73 bB	-1,39 aA	
	Teor de açúcares solúveis totais (g 100 g <sup>-1</sup> )		
Espaldeira	19,84 bB	20,94 aA	4,44
Lira	21,63 aA	21,26 aA	
Latada	22,42 aA	21,32 bA	

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, ou maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), em relação aos porta-enxertos e sistemas de condução, respectivamente.

Os atributos de cor das uvas *Vitis labrusca* são determinados principalmente por compostos antociânicos (Leão, Nunes e Lima, 2016), que influenciam preponderantemente a coloração final do produto derivado. A intensidade da coloração está relacionada a valores de  $a^*$  positivos, correspondendo à intensidade do vermelho e de  $b^*$  negativos, ao azul violáceo. Naturalmente, a coloração das antocianinas é influenciada pela substituição dos grupos hidroxila e metoxila na molécula, de forma que incrementos no número do primeiro tendem a tornar a coloração azulada e incrementos no segundo aumentam a intensidade do vermelho (Delgado-Vargas, Jimenez e Parede-López, 2000). De acordo com Downey, Dokoozlian e Krstic (2006), a exposição do dossel vegetativo da videira à luz solar afeta a transcrição de genes da enzima UDP-Glucose: flavonoide 3-O-Glucosiltransferase (*Ufgt*). O acúmulo de mRNA de *VvmybA1*, pode controlar a transcrição dos genes *Ufgt* e de outras enzimas da via

biossintética das antocianinas, que também são afetados pelo manejo da intensidade foliar no dossel. Devido aos pigmentos vermelho e azul violáceo derivarem de compostos como as antocianinas, a arquitetura do dossel vegetativo pode influenciar a transcrição de enzimas envolvidas na síntese desses pigmentos e, conseqüentemente, os atributos de cor da casca (Leão, Nunes e Lima, 2016). Portanto, os valores mais positivos de  $a^*$ , em uvas de videiras conduzidas em lira, e os mais negativos de  $b^*$ , naquelas de cultivo em latada, estão relacionados à maior interceptação de luz solar proporcionada pela arquitetura do dossel nesses sistemas (Scafidi et al., 2017; Bem et al., 2015). Os valores de  $a^*$  observados neste estudo estão na faixa mencionada por Ribeiro, Lima e Alves (2012), na mesma cultivar e em mesma região de cultivo, enquanto que o pigmento azul violáceo se sobressaiu no presente trabalho, indicando maior quantidade de radicais hidroxila nas antocianinas.

A acidez titulável foi influenciada por sistemas de condução e ciclos de produção (Tabelas 4 e 5). As uvas colhidas de plantas conduzidas em lira tiveram menor AT que as daquelas conduzidas em latada (Tabela 4). De acordo com Pastore et al. (2017), a luz não influencia o acúmulo de ácido málico e tartárico nos tecidos da uva. Contudo, altas temperaturas estimulam a degradação destes ácidos devido às altas taxas respiratórias. Logo, o aumento térmico em função da maior exposição do cacho à luz, proporcionada pela arquitetura do dossel vegetativo da videira conduzida em lira, pode justificar a menor acidez titulável nas bagas das plantas sob esse sistema de condução. De maneira correspondente, as temperaturas mais elevadas do ciclo do segundo semestre de 2018 podem justificar a menor acidez titulável registrada nas bagas colhidas deste ciclo.

O teor de sólidos solúveis foi influenciado pela interação entre sistemas de condução, porta-enxertos e ciclos produtivos (Tabela 7). Maiores teores foram observados no ciclo 1, exceto nas uvas cultivadas em espaldeira e 'IAC 572', que não diferiram estatisticamente de um ciclo para outro. Em ambos os ciclos produtivos, o sistema de condução latada associado



ao porta-enxerto ‘IAC 572’ proporcionou maiores teores de sólidos solúveis: 26,6 °Brix, no ciclo 1, e 24,0 °Brix, no ciclo 2.

**Tabela 7.** Teor de sólidos solúveis, em °Brix, de uvas ‘Isabel Precoce’, sob influência de ciclos de produção, sistemas de condução e porta-enxertos, na região do Submédio do Vale do São Francisco<sup>(1)</sup>

Sistema de Condução	10 julho a 30 outubro de 2017 (Ciclo 1)		02 de julho a 15 de outubro de 2018 (Ciclo 2)	
	IAC 572	IAC 766	IAC 572	IAC 766
Espaladeira	22,1 <i>aCb</i>	24,6 <i>aAa</i>	22,1 <i>aBa</i>	22,0 <i>bAa</i>
Lira	24,6 <i>aBa</i>	23,8 <i>aAa</i>	22,1 <i>bBa</i>	21,7 <i>bAa</i>
Latada	26,6 <i>aAa</i>	25,2 <i>aAb</i>	24,0 <i>bAb</i>	22,4 <i>bAa</i>
CV (%)	3,87			

<sup>(1)</sup>Médias seguidas, na linha, pela mesma letra minúscula e em itálico, comparando os ciclos dentro de cada sistema de condução em interação com cada porta-enxerto, e maiúscula, na coluna, comparando os sistemas de condução dentro de cada ciclo em interação com cada porta-enxerto, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). Na linha, médias seguidas pela mesma letra minúscula e em negrito, comparando os porta-enxertos dentro de cada ciclo em interação com cada sistema de condução, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

O teor de açúcares solúveis totais foi influenciado pela interação entre sistemas de condução e porta-enxertos bem como entre sistemas de condução e ciclos produtivos (Tabelas 6 e 8). Houve diferença entre os porta-enxertos nas uvas de videiras conduzidas em espaladeira e latada, tendo o ‘IAC 766’ se sobressaído no primeiro sistema de condução, 20,94 g 100 g<sup>-1</sup>, e o ‘IAC 572’ no segundo, 22,42 g 100 g<sup>-1</sup> (Tabela 6). Referindo-se à interação entre sistema de condução e ciclo produtivo, os sistemas lira e latada resultaram em uvas com maior acúmulo de açúcares solúveis totais no ciclo 1 (Tabela 8).

**Tabela 8.** Teor de açúcares solúveis totais e atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical ABTS<sup>•+</sup>, de uvas ‘Isabel Precoce’ cultivadas sob três sistemas de condução, em dois ciclos de produção, na região do Submédio do Vale do São Francisco<sup>(1)</sup>

Sistema de condução	10 de julho a 30 de outubro de 2017 (Ciclo 1)	02 de julho a 15 de outubro de 2018 (Ciclo 2)	CV (%)
	Teor de açúcares solúveis totais (g 100 g <sup>-1</sup> )		
Espaladeira	20,31 aB	20,48 aA	4,44
Lira	22,81 aA	20,09 bA	
Latada	22,80 aA	20,94 bA	
Atividade antioxidante pelo método ABTS <sup>•+</sup> (µM trolox g <sup>-1</sup> )			
Espaladeira	9,82 aA	8,33 bA	7,90
Lira	8,46 aB	6,76 bB	
Latada	7,45 bC	8,71 aA	

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, ou maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), em relação aos ciclos de produção e aos sistemas de condução, respectivamente.

Um aspecto de primordial importância em cada sistema de condução é a mudança promovida no microambiente na zona do cacho, especialmente em termos de luz (radiação fotossinteticamente ativa e relação luz vermelha/vermelha distante) proporcionada por cada sistema. Velocidade do vento, taxa de evaporação, temperatura e umidade relativa do ar são alterados em função das características do sistema de condução (Scafidi et al., 2017). A elevada temperatura e a alta incidência de radiação solar favorecem o aumento das taxas fotossintéticas e do acúmulo de carboidratos, proporcionando nas uvas cultivadas em videira conduzidas em lira e latada, que são sistemas de maior captação de luz solar, aumento dos açúcares solúveis totais (Rienth et al., 2014), principais constituintes dos sólidos solúveis em uvas.

Os teores de flavonoides amarelos e de antocianinas totais na casca bem como o teor de polifenóis extraíveis totais na casca e polpa não apresentaram distribuição normal. Maiores teores de flavonoides amarelos foram observados no ciclo 1, variando de 35,31 mg 100 g<sup>-1</sup>, nas uvas de cultivo em espaldeira sobre o porta-enxerto 'IAC 766', a 60,13 mg 100 g<sup>-1</sup>, em latada sobre 'IAC 766' (Tabela 2). No ciclo 2, o teor de flavonoides amarelos variou de 26,44 mg 100 g<sup>-1</sup>, em uvas cultivadas em lira sobre o porta-enxerto 'IAC 572', a 38,11 mg 100 g<sup>-1</sup>, quando cultivadas em latada e 'IAC 572'. Ressalta-se que, no ciclo 1, os maiores teores de flavonoides amarelos foram nas bagas de videiras conduzidas em lira e em latada, tendo o sistema espaldeira proporcionado mais estabilidade no acúmulo desses compostos entre os ciclos de produção.

A luz solar é conhecida por aumentar o acúmulo de flavonoides em bagas (Downey, Dokoozlian e Krstic, 2006) e vários trabalhos focados nos seus efeitos sugerem uma forte correlação positiva entre níveis de iluminação e o conteúdo destes compostos, o que possivelmente está relacionado a um aumento na expressão dos genes da flavonol sintase (Pastore et al., 2017). No presente trabalho, mesmo verificando índices de radiação solar similares em ambos os ciclos de produção avaliados, houve diferenças entre os teores de flavonoides amarelos, indicando que outros fatores externos, bióticos ou abióticos, influenciam

a biossíntese ou degradação dessa classe de compostos fenólicos.

Assim como os teores de flavonoides amarelos, o acúmulo de antocianinas totais foi maior no ciclo do segundo semestre de 2017, ciclo 1, com valores variando de 235,74 mg 100 g<sup>-1</sup>, em uvas cultivadas em sistema espaldeira e porta-enxerto 'IAC 572', a 564,98 mg 100 g<sup>-1</sup>, naquelas cultivadas em latada e sobre 'IAC 766' (Tabela 2). No ciclo do segundo semestre de 2018, ciclo 2, os valores variaram de 113,13 mg 100 g<sup>-1</sup>, em uvas cultivadas em espaldeira e porta-enxerto 'IAC 766', a 148,20 mg 100 g<sup>-1</sup>, em uvas cultivadas em lira associado a 'IAC 766'.

O aumento nos teores dos compostos fenólicos está relacionado com a regulação positiva da luz sobre proteínas envolvidas na rota biossintética dos fenilpropanoides, a exemplo da fenilalanina amônia-liase (PAL) (Wang et al., 2015), corroborando o maior acúmulo das antocianinas observado sob os sistemas de condução em lira e latada quando associados ao porta-enxerto 'IAC 766', de menor vigor comparado ao 'IAC 572', no ciclo 2. A resposta é justificada pelo fato de latada e lira, em videiras enxertadas sobre o 'IAC 766', possibilitarem melhor captação de radiação solar, supondo-se que as condições de luz no segundo semestre do ano são apropriadas para biossíntese de antocianinas em videiras conduzidas nos dois sistemas citados. Ressalta-se que a elevada temperatura, proporcionada pela maior captação de radiação solar nos sistemas lira e latada, parece não induzir um impacto negativo sobre o acúmulo de antocianinas, mesmo sendo esta condição relatada como responsável pela degradação de tais compostos (Movahed et al., 2016).

De acordo com Bem et al. (2015), a videira conduzida em sistema lira tem maior acúmulo de compostos fenólicos, em decorrência do estresse moderado resultante da exposição da folhagem à radiação. Entretanto, no presente trabalho, o sistema latada, quando associado ao porta-enxerto 'IAC 766', por proporcionar elevada interceptação da radiação solar no dossel vegetativo e, conseqüentemente, maiores temperaturas na região do cacho, promoveu maior

acúmulo de antocianinas e flavonoides amarelos, no ciclo do segundo semestre de 2017 (ciclo 1). Como não foram observadas diferenças marcantes nas condições climáticas entre os ciclos avaliados, pode-se justificar o maior acúmulo desses compostos no ciclo 1 devido a grandes variações nas taxas de síntese e degradação de alguns dos componentes mais importantes da qualidade e composição da baga, mesmo que os fatores climáticos, o sistema de condução, o porta-enxerto e a carga genética da cultivar sejam equivalentes (Downey, Dokoozlian e Krstic, 2006).

Os teores de polifenóis extraíveis totais, no ciclo do segundo semestre de 2017 (ciclo 1), variaram de 132,53 mg de ácido gálico  $100\text{ g}^{-1}$ , em uvas cultivadas em latada e porta-enxerto ‘IAC 572’, a 188,32 mg de ácido gálico  $100\text{ g}^{-1}$ , naquelas cultivadas em espaldeira e ‘IAC 766’ (Tabela 2). No ciclo 2, os teores variaram de 157,31 mg de ácido gálico  $100\text{ g}^{-1}$ , quando cultivadas em lira e ‘IAC 572’, a 342,39 mg de ácido gálico  $100\text{ g}^{-1}$ , naquelas sob latada e ‘IAC 766’. Diferentemente dos teores de flavonoides amarelos e antocianinas totais, o maior acúmulo de polifenóis extraíveis totais nas bagas ocorreu no ciclo 2.

A resposta do acúmulo de polifenóis extraíveis totais pode estar relacionada à grande diversidade de compostos que compreende os fenólicos. Considerando-se que alguns deles são mais sensíveis que outros à exposição a fatores climáticos, como radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar, os quais interferem nas rotas de biossíntese, tem-se uma influência diferenciada na atividade de enzimas reguladoras (Wang et al., 2015; Pastore et al., 2017).

A atividade antioxidante por ABTS foi influenciada pelas interações entre sistema de condução e ciclo produtivo (Tabela 8) e entre porta-enxerto e ciclo produtivo (Tabela 9). A atividade antioxidante nas bagas de cultivo em espaldeira e lira foi maior no ciclo do segundo semestre de 2017 (ciclo 1),  $9,82\text{ }\mu\text{M trolox g}^{-1}$  e  $8,46\text{ }\mu\text{M trolox g}^{-1}$ , respectivamente, enquanto que, em latada, a atividade antioxidante foi maior no ciclo do segundo semestre de 2018, ciclo 2 (Tabela 8). Referindo-se à interação entre os porta-enxertos e os ciclos produtivos, o ‘IAC

766' proporcionou maior atividade antioxidante em ambos os ciclos avaliados, 8,65  $\mu\text{M}$  trolox  $\text{g}^{-1}$ , no ciclo 1, e 8,42  $\mu\text{M}$  trolox  $\text{g}^{-1}$ , no ciclo 2 (Tabela 9).

**Tabela 9.** Atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical ABTS $\bullet^+$ , em  $\mu\text{M}$  trolox  $\text{g}^{-1}$ , de uvas 'Isabel Precoce' cultivadas sob dois diferentes porta-enxertos, em dois ciclos de produção, na região do Submédio do Vale do São Francisco<sup>(1)</sup>

Porta-enxerto	10 de julho a 30 de outubro de 2017 (Ciclo 1)	02 de julho a 15 de outubro de 2018 (Ciclo 2)	CV (%)
'IAC 572'	8,49 aA	7,45 aB	7,90
'IAC 766'	8,65 aA	8,42 aA	

<sup>(1)</sup>Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na linha, ou maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), em relação aos ciclos de produção e aos porta-enxertos, respectivamente.

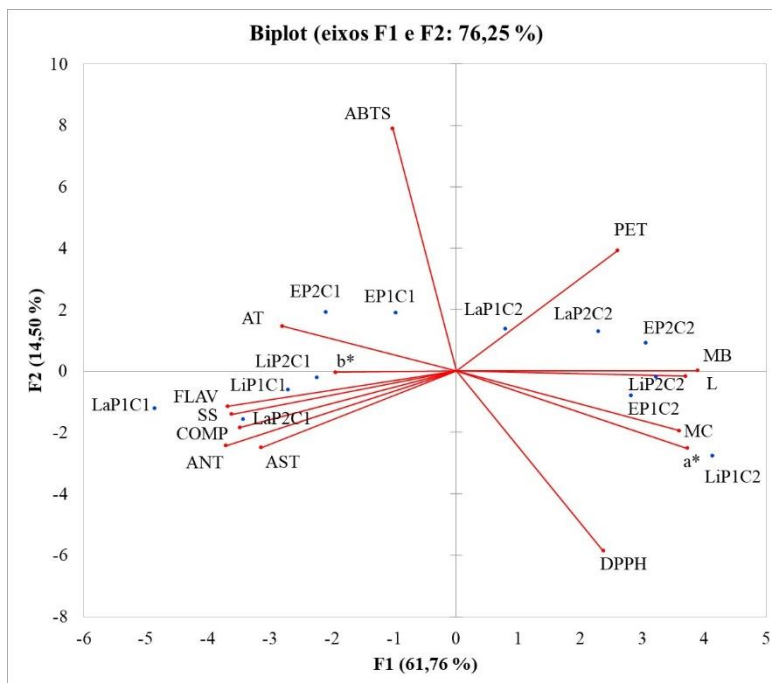
Os dados de atividade antioxidante por DPPH não apresentaram distribuição normal. O sistema em espaldeira associado ao porta-enxerto 'IAC 766' proporcionou maior atividade antioxidante às uvas no ciclo do segundo semestre de 2017, ciclo 1, com valores variando de 6646  $\text{g g}^{-1}$  DPPH a 8012  $\text{g g}^{-1}$  DPPH, (Tabela 2), enquanto que no ciclo do segundo semestre de 2018, ciclo 2, o sistema latada associado ao porta-enxerto 'IAC 766' foi o que proporcionou maior atividade antioxidante por este método, com valores variando entre 7163  $\text{g g}^{-1}$  DPPH e 7843  $\text{g g}^{-1}$  DPPH. Ressalta-se que as uvas de cultivo em latada apresentaram mais estabilidade da atividade antioxidante entre os ciclos produtivos, apresentando elevada atividade em ambos.

A produção, qualidade e composição fenólica da uva são sensíveis ao calor, principalmente em alguns estágios de desenvolvimento, como floração e maturação. Períodos prolongados com temperaturas acima de 30 °C causam redução na fotossíntese e comprometimento da qualidade e composição do fruto (Movahed et al., 2016). Durante este estudo, verificou-se temperatura máxima acima de 30 °C e radiação solar acima de 25  $\text{MJ m}^{-2}$   $\text{dia}^{-1}$  (Tabela 1), caracterizando as safras do segundo semestre como sendo de elevadas temperaturas e alta incidência de radiação solar. Dessa forma, a eficiência de cada sistema de condução associado a determinado porta-enxerto, a fim de proporcionar exposição adequada das bagas à radiação solar e propiciar microclima favorável para o não comprometimento da qualidade da uva e promoção da síntese e acúmulo de compostos fenólicos, pode justificar a

variabilidade de respostas dos tratamentos em função dos componentes de qualidade avaliados.

Assim, mesmo adotando-se práticas de manejo do dossel ajustadas, a partir da escolha adequada do sistema de condução e de um porta-enxerto que proporcione uma arquitetura de copa em que os cachos recebam luz difusa suficiente, a fim de melhorar o microclima na região do cacho e proteger a baga da exposição solar direta excessiva (Scafidi et al., 2017), não há como garantir a estabilidade dos parâmetros de qualidade e composição fenólica no decorrer das safras do vinhedo.

De acordo com a ACP, cujos componentes 1 e 2 explicaram 76,25% da variação, os teores de antocianinas totais, de flavonoides amarelos, de sólidos solúveis totais e de açúcares solúveis totais bem como a resistência da baga à força de compressão foram as variáveis que melhor contribuíram para a distinção da combinação dos sistemas latada associada ao porta-enxerto 'IAC 572' no ciclo 1 (LaP1C1), latada associada a 'IAC 766' no ciclo 1 (LaP2C1) e lira associada ao porta-enxerto 'IAC 572' no ciclo 1 (LiP1C1), conforme Figura 1. O teor de polifenóis extraíveis totais foi a variável que melhor contribuiu positivamente para a distinção dos sistemas latada associada a 'IAC 572' no ciclo 2 (LaP1C2), latada associada a 'IAC 766' no ciclo 2 (LaP2C2) e espaldeira associada a 'IAC 766' no ciclo 2 (EP1C2). A atividade antioxidante, determinada pelo método de captura do radical DPPH<sup>•</sup>, juntamente com a massa do cacho e o atributo de cor da casca a\*, contribuíram para a distinção dos sistemas lira associada a 'IAC 572' no ciclo 2 (LiP1C2), lira associada a 'IAC 766' (LiP2C2) e espaldeira associada a 'IAC 572' no ciclo 2 (EP1C2).



**Figura 1.** Análise de componentes principais das variáveis determinantes da qualidade e do potencial antioxidante de uvas ‘Isabel Precoce’, sob influência de sistemas de condução, porta-enxertos e ciclos de produção do segundo semestre do ano, na região do Submédio do Vale do São Francisco.

**Variáveis:** massa do cacho (MC), massa da baga (MB), teor de sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais (AST), acidez titulável (AT), resistência da baga à força de compressão (COMP), flavonoides amarelos na casca (FLAV), antocianinas totais na casca (ANT), polifenóis extraíveis totais (PET), atividade antioxidante pelos métodos de captura dos radicais livres ABTS<sup>••</sup> e DPPH<sup>•</sup>, luminosidade (L) e atributos de cor a\* e b\*. **Tratamentos:** LaP1C1= latada associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de julho a outubro de 2017; LaP2C1= latada associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de julho a outubro de 2017; LiP1C1= lira associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de julho a outubro de 2017; LiP2C1= lira associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de julho a outubro de 2017; EP1C1= espaldeira associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de julho a outubro de 2017; EP2C1= espaldeira associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de janeiro a maio de 2017; LaP1C2= latada associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de julho a outubro de 2018; LaP2C2= latada associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de julho a outubro de 2018; LiP1C2= lira associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de julho a outubro de 2018; LiP2C2= lira associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de julho a outubro de 2018; EP1C2= espaldeira associada ao porta-enxerto IAC 572 no ciclo produtivo de julho a outubro de 2018; EP2C2= espaldeira associada ao porta-enxerto IAC 766 no ciclo produtivo de julho a outubro de 2018.

Os principais componentes afetados por sistemas de condução e porta-enxertos ratificam a influência do manejo na síntese e acúmulo de fenólicos, em função da arquitetura do dossel. A adequada seleção de ambos para uma dada condição de cultivo promove aproveitamento da radiação solar e obtenção de um microclima favorável que previne a degradação de tais compostos (Hickey, Kwasniewski e Wolf, 2018).

Altos coeficientes de correlação positivos foram observados entre massa do cacho e massa da baga, sólidos solúveis e de açúcares solúveis totais, flavonoides amarelos e antocianinas, massa do cacho e luminosidade, massa da baga e luminosidade, sólidos solúveis e antocianinas, resistência da baga à força de compressão e antocianinas, bem como entre

polifenóis extraíveis totais e luminosidade, com destaque para os quatro primeiros pares (Tabela 10). As altas correlações entre antocianinas e flavonoides amarelos e entre polifenóis extraíveis totais e antocianinas são justificadas pelo fato de serem classes de compostos fenólicos derivadas da desaminação da fenilalanina, pela enzima fenilalanina amônia liase (PAL) formando o ácido cinâmico (Camm e Towers, 1973). Esta é, provavelmente, a enzima mais estudada do metabolismo secundário vegetal, respondendo pela catálise da reação que forma os mais diversos fenólicos, sendo afetada pelos mais diversos fatores.

A correlação negativa entre massa da baga e teor de antocianinas totais pode ser justificada fenologicamente, uma vez que a primeira está relacionada às fases de floração e frutificação da videira (Duchêne, 2016), enquanto que a segunda se acumula após essas fases, durante a maturação da baga (Rienth et al., 2014). Verificou-se também uma correlação negativa entre a luminosidade da casca e o teor de antocianinas totais, principalmente devido à influência da cera pruína que é sintetizada durante a maturação sobre a luminosidade.

Analisando-se os teores de antocianinas totais, flavonoides amarelos, polifenóis extraíveis totais e a atividade antioxidante, verificou-se que não houve correlação significativa quando se adotou o método de captura do radical ABTS<sup>•+</sup> e baixa correlação entre teores de antocianinas totais, flavonoides amarelos na casca e a atividade antioxidante determinada com DPPH<sup>•</sup>. Possivelmente, o resultado se deve à variedade de fenólicos, não mensurados individualmente neste trabalho e que têm ação antioxidante diferente. Ainda, os dados gerados com os dois métodos estão correlacionados entre si, indicando que, para a cultivar Isabel Precoce, podem ser extraídas conclusões equivalentes com o uso de um ou outro.



**Tabela 10.** Coeficientes de correlação de Pearson das variáveis massa do cacho (MC), massa da baga (MB), teor de sólidos solúveis (SS), açúcares solúveis totais (AST), acidez titulável (AT), resistência da baga à força de compressão (COMP), flavonoides amarelos na casca (FLAV), antocianinas totais na casca (ANT), polifenóis extraíveis totais (PET), atividade antioxidante determinada pelos métodos de captura dos radicais livres ABTS<sup>•+</sup> e DPPH<sup>•</sup>, e os atributos de cor da casca luminosidade (L), a\* e b\* de uvas ‘Isabel Precoce’ sob influência de sistemas de condução, porta-enxertos e ciclos de produção, na região do Submédio do Vale do São Francisco<sup>(1)</sup>

Variáveis	MB	SS	AST	AT	COMP	FLAV	ANT	PET	ABTS	DPPH	L	a*	b*
MC	<b>0,802</b>	<b>-0,517</b>	<b>-0,394</b>	<b>-0,484</b>	<b>-0,472</b>	<b>-0,665</b>	<b>-0,672</b>	<b>0,648</b>	<b>-0,392</b>	<b>0,565</b>	<b>0,819</b>	<b>0,663</b>	0,054
MB		<b>-0,671</b>	<b>-0,543</b>	<b>-0,489</b>	<b>-0,524</b>	<b>-0,649</b>	<b>-0,737</b>	<b>0,608</b>	-0,174	<b>0,413</b>	<b>0,738</b>	<b>0,562</b>	0,150
SS			<b>0,878</b>	<b>0,404</b>	<b>0,542</b>	<b>0,482</b>	<b>0,723</b>	<b>-0,405</b>	0,013	<b>-0,362</b>	<b>-0,588</b>	<b>-0,638</b>	<b>-0,307</b>
AST				0,119	<b>0,441</b>	<b>0,494</b>	<b>0,613</b>	<b>-0,356</b>	-0,090	-0,226	<b>-0,530</b>	<b>-0,515</b>	<b>-0,306</b>
AT					<b>0,399</b>	<b>0,309</b>	<b>0,481</b>	<b>-0,285</b>	0,125	<b>-0,328</b>	<b>-0,298</b>	<b>-0,425</b>	-0,052
COMP						<b>0,637</b>	<b>0,714</b>	<b>-0,386</b>	0,025	<b>-0,380</b>	<b>-0,519</b>	<b>-0,434</b>	<b>-0,403</b>
FLAV							<b>0,802</b>	<b>-0,562</b>	0,119	<b>-0,395</b>	<b>-0,672</b>	<b>-0,610</b>	<b>-0,293</b>
ANT								<b>-0,689</b>	-0,040	<b>-0,349</b>	<b>-0,734</b>	<b>-0,587</b>	-0,219
PET									0,208	-0,083	<b>0,708</b>	<b>0,368</b>	-0,063
ABTS										<b>-0,681</b>	-0,230	<b>-0,419</b>	-0,038
DPPH											<b>0,429</b>	<b>0,523</b>	0,234
L												<b>0,623</b>	-0,043
a*													<b>0,360</b>

<sup>(1)</sup>Os valores em negrito são significativos pelo teste t ( $p \leq 0,05$ ).

## CONCLUSÃO

Em clima semiárido tropical, o segundo semestre do ano é caracterizado pela elevada incidência de radiação solar e altas temperatura durante a fase de maturação do fruto. Tais condições influenciaram a qualidade, em geral, e a composição fenólica, em particular, repercutindo na atividade antioxidante da uva. As plantas conduzidas em lira e em espaldeira apresentaram maior massa da baga e menor resistência à força de compressão no ciclo 2, referente ao ciclo do segundo semestre de 2018. Todavia, no ciclo do segundo semestre de 2017 (ciclo 1), os sistemas lira e latada proporcionaram maior acúmulo de açúcares solúveis totais e maiores teores de antocianinas e flavonoides amarelos, enquanto que as uvas cultivadas em espaldeira apresentaram maior atividade antioxidante. A composição química da uva ‘Isabel Precoce’ exibiu variações mesmo sob fatores climáticos, sistema de condução, porta-enxerto e características genéticas similares, não sendo possível garantir a estabilidade da qualidade e composição fenólica em safras de mesmo semestre do ano.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of the Agricultural Chemists**. 18. ed. AOAC, Gaithersburg, 2010. 1025p.

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**, 218(1):284-292, 2017.

BEM, B. P. et al. Effect of Y-trellis and vertical shoot positioning training systems on downy mildew and botrytis bunch rot of grape in highlands of southern Brazil. **Scientia Horticulturae**, 185(30):162-166, 2015.

CAMM, E. L.; TOWERS, G. H. N. Phenylalanine ammonia lyase. **Phytochemistry**, 12(1):961-973, 1973.

DELGADO-VARGAS, F.; JIMÉNEZ, A. R.; PAREDE-LÓPEZ, O. Natural pigments: carotenoids, anthocyanins, and betalains – characteristics, biosynthesis, processing, and stability. **Critical Reviews Food Science Nutrition**, 40(3):173-289, 2000.

DOWNEY, M. O.; DOKOOZLIAN, N. K.; KRSTIC, M. P. Cultural practice and environmental impacts on the flavonoid composition of grapes and wine: a review of recent research. **American Journal of Enology and Viticulture**, 57(1):257-268, 2006.

DUCHÊNE, E. How can grapevine genetics contribute to the adaptation to climate change? **OENO One**, 50(3),113-124, 2016.

EMBRAPA SEMIÁRIDO. 2017. Dados meteorológicos. Available in: <<http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/index.php?op=dadosmet>>. Access in: may, 11, 2018.

EMBRAPA SEMIÁRIDO. 2018. Dados meteorológicos. Available in: <<http://www.cpatsa.embrapa.br:8080/index.php?op=dadosmet>>. Access in: may, 01, 2019.

FRANCIS, F. J. 1982. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. **Anthocyanins as food colors**. New York, NY, USA, 1982. v.1, p. 181-207.

HICKEY, C. C.; KWASNIEWSKI, M. T.; WOLF, T. K. Leaf removal effects on Cabernet Franc and Petit Verdot. II. Grape carotenoids, phenolics, and wine sensory analysis. **American Journal Enology and Viticulture**, 2018.  
<https://doi.org/10.5344/ajev.2018.17107>.

LARRAURI, J. A.; RUPÉREZ, P.; SAURA-CALIXTO, F. Effect of drying temperature on the stability of polyphenols and antioxidant activity of red grape pomace peels. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 45(4):1390-1393, 1997.

LEBON, G. et al. Phenology of Flowering and Starch Accumulation in Grape (*Vitis vinifera* L.) Cuttings and Vines. **Annals of Botany**, 95(6):943–948, 2005.

LEÃO, P. C. de S.; NUNES, B. T. G.; LIMA, M. A. C de. Canopy management effects on ‘Syrah’ grapevines under tropical semi-arid conditions. **Scientia Agricola**, 73(3):209-216, 2016.

LEÃO, P. C. de S. et al. Effects of leaf removal and topping on ‘Syrah’ grapevine in the tropical semi-arid region of Brazil. **Acta Horticulturae**, 1157(1):351-366, 2017.

LEÃO, P. C. de S. et al. Yield and physicochemical characteristics of ‘BRS Magna’ and ‘Isabel Precoce’ grapes influenced by pruning in the São Francisco river valley. **Ciência Rural**, 48(6):1-6, 2018.

MIELE, A.; RIZZON, L. A. Rootstock-scion interaction: 1. Effect on the yield components of Cabernet Sauvignon grapevine. **Revista Brasileira de Fruticultura**, 39(1):e-434, 2017.

MILLER, N. J. et al. A novel method for measuring antioxidant capacity and its application to monitoring the antioxidant status in premature neonates. **Clinical Science**, 84(4):407-412, 1993.

MOVAHED, N. et al. The grapevine VviPrx31 peroxidase as a candidate gene involved in anthocyanin degradation in ripening berries under high temperature. **Journal of Plant Research**, 129(3):513-526, 2016.

NIKINMAA, E. et al. Assimilate transport in phloem sets conditions for leaf gas exchange. **Plant Cell and Environment**, 36(3):655-669, 2012.

PASTORE, C. et al. Anthocyanin and flavonol composition response to veraison leaf removal on Cabernet Sauvignon, Nero d'Avola, Raboso Piave and Sangiovese *Vitis vinifera* L. cultivars. **Scientia Horticulturae**, 218(1):147-155, 2017.

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**, 47(8):1057-1065, 2012.

RIENTH, M. et al. Day and night heat stress trigger different transcriptomic responses in green and ripening grapevine (*Vitis vinifera*) fruit. **BMC Plant Biology**, 14(1):118-125, 2014.

RUFINO, M. do S. M. et al. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry**, 121(1):996-1002, 2010.

SÁNCHEZ-MORENO, C.; LARRAURI, J. A.; SAURA-CALIXTO, F. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, 76(1):270-276, 1998.

SCAFIDI, P. et al. Defoliation of two-wire vertical trellis: effect on grape quality. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, 46(1):18-38, 2017.

SILVA, M. J. R. da et al. Yield performance of new juice grape varieties grafted onto different rootstocks under tropical conditions. **Scientia Horticulture**, 241(1):194-200, 2018.

SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. de S. (Ed.). **A vitivinicultura no Semiárido brasileiro**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 756 p.

SOUZA, C. R. de et al. Cabernet Sauvignon grapevine grafted onto rootstocks during the autumn-winter season in southeastern Brazilian. **Scientia Agricola**, 72(2):138-146, 2015.

WANG, J. et al. Resveratrol synthesis under natural conditions and after UV-C irradiation in berry skin is associated with berry development stages in 'Beihong' (*V. vinifera* x *V. amurensis*). **Food Chemistry**, 168(1):430-438, 2015.

YEMN, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrate in plant extracts by anthrone. **The Biochemical Journal**, 57(3):508-514, 1954.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A qualidade e a composição química das uvas ‘Isabel Precoce’ e ‘BRS Cora’ podem ser influenciadas pelos sistemas de condução e porta-enxertos, individualmente, ou pelas interações possíveis, nas condições climáticas de cada ciclo de produção. Em virtude de a composição da uva ser afetada por fatores climáticos, principalmente temperatura, radiação solar e umidade relativa do ar, que influenciam a regulação de enzimas do metabolismo primário e secundário, responsáveis por processos fisiológicos e bioquímicos na videira, torna-se necessária a utilização de estratégias, como a utilização de sistema de condução e porta-enxerto que proporcionem a captação ideal de radiação solar e microclima favorável aos cachos em ambos os semestres do ano. Desta forma, seria possível obter padronização da qualidade e da composição fenólica do produto derivado da uva de uma safra para outra.

No segmento de elaboração de sucos no Submédio do Vale do São Francisco, as uvas das cultivares Isabel Precoce e BRS Cora são utilizadas em blends, sendo, em geral, 80% de ‘Isabel Precoce’, devido aos teores de sólidos solúveis e acidez adequada, e 20% de ‘BRS Cora’, no intuito de agregar intensidade na coloração. Logo, a qualidade do produto final está intimamente atrelada a composição química da uva, que por sua vez é influenciada pelos fatores climáticos.

Reconhecidamente na região, os ciclos do segundo semestre são caracterizados por maior incidência de radiação solar, elevadas temperaturas e baixa precipitação pluviométrica durante a fase de maturação. Logo, as variações climáticas entre os ciclos produtivos de primeiro e segundo semestre podem desencadear mudanças na tipicidade do fruto, oferecendo um produto de qualidade distinta para cada época, o que não é desejável pelo produtor.

Em ciclos do primeiro semestre do ano, o sistema de condução latada, independente do porta-enxerto utilizado, mostrou-se eficiente na estabilidade das variáveis de composição fenólica e atividade antioxidante das uvas ‘Isabel Precoce’. Enquanto nas uvas ‘BRS Cora’, os sistemas latada e lira se destacaram por proporcionar estabilidade de um maior número de atributos de qualidade, como massa da baga, teores de sólidos solúveis e açúcares solúveis totais, flavonoides amarelos e polifenóis extraíveis totais, e da atividade antioxidante. Esta estabilidade é importante para garantir qualidade previsível da uva e de seus derivados ao longo das safras.

Para ambas as cultivares, nos ciclos de segundo semestre do ano, não houve uma combinação entre sistema de condução e porta-enxerto, nem mesmo um sistema de condução que proporcionasse estabilidade das variáveis de qualidade e composição fenólica. Conquanto, a associação do sistema latada ao porta-enxerto 'IAC 766' proporcionou incremento nos teores de antocianinas e polifenóis extraíveis totais nas uvas 'BRS Cora', corroborando o pressuposto de que esse sistema associado a um porta-enxerto menos vigoroso proporciona um microclima favorável e alta captação de luz solar, influenciando diretamente na síntese de compostos fenólicos. Nas uvas 'Isabel Precoce', os sistemas latada e lira proporcionaram incremento nos teores de compostos fenólicos.

Portanto, como normalmente as cultivares Isabel Precoce e BRS Cora são utilizadas em blends e o sistema de condução latada se mostrou eficiente na estabilidade das variáveis de composição fenólica e atividade antioxidante das uvas de ambas nas safras de primeiro semestre, tem-se maior previsibilidade do potencial antioxidante dos sucos derivados dessas cultivares, nessa época do ano. Por outro lado, nas safras de segundo semestre, não se pode garantir previsibilidade da qualidade e potencial antioxidante do produto final, haja vista que não houve estabilidade dos atributos que definem a qualidade bioquímica da uva, nem mesmo da cultivar Isabel Precoce, que compõe maior porcentagem do blend.