

EFEITOS FISIOLÓGICOS DO ÁCIDO ABCÍSIKO EM UVAS: UMA REVISÃO

PHYSIOLOGICAL EFFECTS OF ABSCISIC ACID IN GRAPES: A REVIEW

FRANCISCO JOSÉ DOMINGUES NETO

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agronômicas,
Botucatu (SP)
fjdominguesneto@hotmail.com

ADILSON PIMENTEL JUNIOR

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agronômicas,
Botucatu (SP)
adilson_pimentel@outlook.com

LAIS FERNANDA FONTANA

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agronômicas,
Botucatu (SP)
laisffontana@hotmail.com

ÉRIKA CRISTINA SOUZA DA SILVA CORREIA

Faculdade de Tecnologia Paulista, Lupércio (SP)
erikacristina_correia@hotmail.com

MARCO ANTONIO TECCHIO

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agronômicas,
Botucatu (SP)
tecchio@fca.unesp.br

Resumo: O ácido abscísico vem sendo empregado na viticultura como uma alternativa para suprir a falta de cor das bagas, causada por adversidades climáticas, principalmente nas regiões de baixa amplitude térmica e períodos chuvosos na fase de maturação. Esse regulador vegetal promove o acúmulo de antocianinas, pigmento que confere cor às frutas, flores e hortaliças. O objetivo desta revisão foi apresentar uma abordagem da síntese e modo de ação do ácido abscísico, com enfoque nos efeitos fisiológicos que este promove nas uvas. Para isso levantaram-se dados abordando os principais aspectos relacionados ao uso desse regulador na viticultura, com enfoque na síntese, modo de ação e efeitos fisiológicos. O ácido abscísico promove resultados promissores na viticultura, pois melhora a uniformidade de coloração das bagas, promovida pelo incremento de antocianinas e compostos fenólicos, sendo assim, esse regulador se torna uma alternativa para os viticultores, pois a coloração uniforme agrega valor comercial às uvas.

Palavras-chave: Coloração das bagas. Fisiologia. *Vitis* sp.

Abstract: Abscisic acid has been used in viticulture as an alternative for the payment of a lack of correction of pockets, caused by climatic adversities, mainly in regions of low thermal amplitude and rainy periods in the maturation phase. This plant regulator promotes the accumulation of anthocyanins, a pigment that imparts color to fruits, flowers and vegetables. The objective of this review is to present an approach to the synthesis and mode of action of abscisic acid, focusing on the physiological effects that it promotes in grapes. Therefore, data were collected on the main aspects related to the use of regulator in viticulture, focusing on the synthesis, mode of action and physiological effects. Abscisic acid promotes promising results in viticulture, as it improves the

uniform of color of berries, promoting the increase of anthocyanins and phenolic compounds, thus, this regulator becomes an alternative for growers, since a uniform color adds commercial value to the grapes.

Keywords: Berries coloring. Physiology. *Vitis* sp.

1. INTRODUÇÃO

A videira é uma das frutíferas mais importantes cultivada no Brasil. Em 2016 a produção brasileira foi de 973.043 toneladas em uma área de 76.764 hectares, com destaque para o Rio Grande do Sul que produziu 413.640 toneladas, representando 42,5 % da produção brasileira de uvas, seguido dos estados de Pernambuco, São Paulo, Paraná, Bahia e Santa Catarina, respondendo, respectivamente à 25,0; 14,8; 5,4; 3,5 e 6,4 % da produção nacional (IBGE, 2017).

Os reguladores vegetais são substâncias sintéticas que exercem o mesmo efeito dos hormônios sintetizados pelas plantas, em pequenas concentrações podem controlar o desenvolvimento e síntese dos vegetais. Os primeiros trabalhos com testes de reguladores vegetais em videiras tiveram início na década de 1950, desde então o uso dessas substâncias passaram a fazer parte do cultivo das videiras, visando à qualidade e rentabilidade na produção. A cianamida hidrogenada e o ácido giberélico são os reguladores mais usuais no cultivo de videiras, principalmente no Brasil, a função básica, respectivamente, é a quebra de dormência e a uniformização da brotação após a poda de produção e para o aumento do tamanho das bagas pela divisão e alongamento celular. Ainda em estudo ou não empregado em escala comercial, os reguladores vegetais podem ser utilizados na viticultura para o controle do crescimento vegetativo, aumento de fertilidade de gemas, fixação dos frutos, desbaste químico de cachos, supressão de sementes, retardo ou aceleração da maturação, controle de injúrias em pós-colheita, micropropagação e enraizamento de estacas (WINKLER, 1995; PIRES; BOTELHO, 2001).

O uso de reguladores vegetais visando a uniformidade de coloração das uvas vem sendo empregado em vários países. Sabe-se que a coloração de uvas tintas deve-se a antocianinas (pigmentos que conferem cor às frutas, flores e hortaliças) e seu acúmulo parece estar regulado, ao menos em parte, pelo ácido abscísico, sendo que aplicações exógenas desse regulador proporcionam o aumento na concentração de antocianinas na casca de uvas, melhorando a uniformidade de coloração (LACAMPAGNE et al., 2010). Recentemente, foi demonstrado a eficiência desse regulador no acúmulo de antocianinas na casca e suco de diversas cultivares de uvas, como ‘Benitaka’ (ROBERTO et al., 2012), ‘Crimson Seedless’

(LEÃO et al., 2014), ‘Isabel’ (KOYAMA et al., 2014ab), ‘Flame Seedless’ (PEPPI; FIDELIBUS, 2008) e ‘Rubi’ (DOMINGUES NETO et al., 2017 a, b).

O objetivo desta revisão foi apresentar uma abordagem da síntese e modo de ação do ácido abscísico, com enfoque nos efeitos fisiológicos que este promove nas uvas.

2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A revisão sobre o uso do ácido abscísico em uvas foi elaborada mediante levantamento de boletins técnicos, artigos científicos e livros que abordam os principais aspectos relacionados ao uso desse regulador na viticultura, como a síntese e o modo de ação e os principais efeitos fisiológicos. Após levantamento e compilação dos dados, sugeriu-se uma recomendação de seu uso para a viticultura tropical visando a uniformidade de coloração em uvas tintas.

3. ESTRUTURA QUÍMICA, SÍNTESE E TRANSPORTE

Diversos pesquisadores, ao estudarem várias substâncias que apresentavam as mesmas funções na planta, se reuniram em um evento mundial e entraram em consenso, nomeando essas substâncias de ácido abscísico (ABA), em alusão ao seu suposto envolvimento no processo de abscisão. Pesquisas envolvendo cromatografia de papel para separação de extratos vegetais de coleótipos de aveia buscaram extrair e isolar compostos a partir de uma diversidade de tecidos vegetais. Através desta técnica, os autores identificaram um grupo de compostos inibidores de crescimento, conhecida como dormina, que posteriormente foi purificada a partir de folhas de falso-plátano (coletadas no outono). Foi verificada com a descoberta da dormina, que se tratava de uma substância idêntica a abscisina II, responsável pela abscisão de frutos do algodoeiro (TAIZ; ZEIGER, 2013).

O ácido abscísico (ABA) é um terpeno, caracterizado por 15 carbonos (sesquiterpeno). A orientação do grupo carboxila no carbono 2 determina os isômeros *cis* (forma endógena) e *trans* (inativa) do ABA (Figura 1). Também apresenta um átomo de carbono assimétrico na posição 1' do anel, que resulta nos enantiômeros *S* (forma endógena) e *R* (FAGAN et al., 2015).

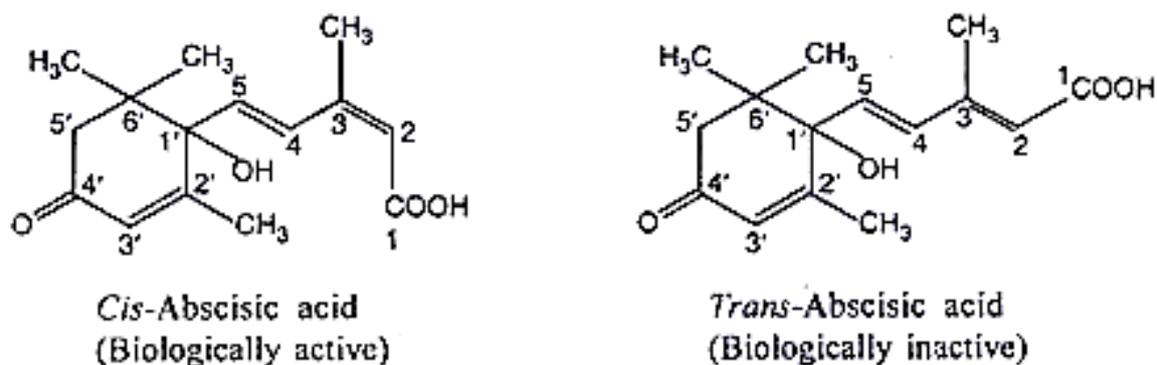


Figura 1. Estrutura química dos isômeros *cis* e *trans* do ácido abscísico.

Fonte: www.biologydiscussion.com

As enzimas envolvidas na síntese do ABA são encontradas nos cloroplastos, cromoplastos, leucoplastos, amiloplastos e proplastídeos, podendo ocorrer em qualquer órgão ou tecidos vivos. O precursor do ABA é o isopentenil-difosfato (IPP), que também é o precursor da giberelina e citocinina. De forma geral, a síntese ocorre em órgãos e tecidos adultos. É possível ser encontrado elevados níveis de ABA em órgãos e tecidos jovens, porém isso se deve pelo transporte de ABA dos tecidos adultos para os jovens, via floema (FAGAN et al., 2015).

A síntese do ABA nos tecidos vegetais ocorre em duas possíveis rotas. A síntese pela primeira rota, tem pouca importância em plantas vasculares, e o terpenóide de 15 carbonos farnesil-difosfato origina o ABA diretamente ou será convertido em um composto intermediário, xantoxina, que dará origem ao ABA. Essa rota é classificada como via direta. A segunda rota, é dividida em três etapas, sendo a primeira a síntese de carotenóides não oxigenados nos plastídeos, a segunda a síntese e clivagem de xantofilas nos plastídeos e a terceira a síntese do ABA no citosol. Essa rota é a mais importante, também denominada de via indireta, a qual utiliza carotenóides oxigenados (xantofilas) de 40 carbonos como precursores (KERBAUY, 2012).

Através do xilema (corrente de transpiração) ou floema (forma conjugada) ocorre o transporte do ABA. Quando a síntese do ABA é realizada pelas raízes, o transporte ocorre através do xilema para a parte aérea, e como esse transporte se dá pela corrente de transpiração, ocorre a regulação da perda de água via controle estomático. O transporte é considerado rápido, com velocidade de 24 a 36 mm hora⁻¹, enquanto o transporte das auxinas é de 4 a 9 mm hora⁻¹ (FAGAN et al., 2015).

4. MODO DE AÇÃO

Os receptores do ABA estão localizados tanto na membrana plasmática, membranas de outras organelas, como podem estar presentes no citoplasma, atuam na expressão de genes em resposta ao ABA e nos que controlam a abertura e o fechamento dos estômatos. Existem dois tipos de classificação, quanto ao tempo de resposta fisiológica nas plantas, do mecanismo de ação endógeno do ABA, o primeiro são os eventos de respostas de curta duração que envolvem alterações no fluxo de íons e no balanço hídrico, incrementando em alguns minutos o conteúdo de ABA, como é o caso do fechamento estomático, e o segundo diz respeito as respostas de longa duração que envolvem alterações profundas, como na expressão gênica, demorando horas ou dias para se manifestarem (KERBAUY, 2012).

A ligação do ABA com uma proteína receptora na membrana plasmática promove a abertura dos canais de entrada de Cálcio na planta, interferindo no fechamento dos estômatos, bem como o ABA poderá ativar enzimas responsáveis pela mesma função (FAGAN et al., 2015).

O ABA está envolvido em vários processos bioquímicos e fisiológicos, pois promove a síntese e acúmulo de antocianinas, pigmento que está diretamente ligado ao desenvolvimento da cor. A expressão desse pigmento dependerá de fatores internos, como por exemplo o ABA, indutor do fator de transmissão MYB1A (proteína encarregada de regular a transcrição de genes que compõem a rota biosintética das antocianinas das uvas coloridas) (JEONG et al., 2004).

A expressão gênica, regulada pelo ABA, pode beneficiar a maturação de sementes, aclimatação de plantas em condições de estresse, baixas temperaturas e solos salinos (FAGAN et al., 2015).

5. EFEITOS FISIOLÓGICOS EM UVAS

A principal fase fenológica onde o ácido abscísico está intimamente relacionado é a fase de maturação, que pode durar de 20 a 50 dias conforme a cultivar de uva. Ao contrário dos hormônios promotores do crescimento (auxina, giberelinas e citocinina) o ácido abscísico atua na fase final da curva de crescimento da baga, com início no período de acúmulo de

antocianinas na casca, sendo que seu papel é de inibir o processo mitótico, transformando a baga em um órgão maduro e de acúmulo (PIRES; MAIA, 2012).

Após a mudança de coloração, o ácido abscísico das folhas e sementes migram para a casca da baga, sendo a casca também um local de síntese deste hormônio, gerando um acúmulo de glicídios. Na fase final de maturação não se tem ácido abscísico na polpa, e sim na casca da baga, caracterizando a maturação plena. Outra função importante do ácido abscísico nas bagas é que sua presença impede a redistribuição dos açúcares acumulados na baga para outros órgãos da planta, pois o mesmo ativa a enzima invertase, responsável pelo transporte ativo de açúcares e principalmente pela hidrólise de sacarose na região do pedicelo (PIRES; MAIA, 2012).

Outro efeito importante do ácido abscísico na viticultura é a coloração das bagas e acúmulo de antocianinas. No entanto, alguns trabalhos também evidenciaram aumentos dos teores de sólidos solúveis e redução da acidez, elevando assim, a relação sólidos solúveis/acidez, deixando as uvas com sabores mais equilibrados. Há também a elevação das concentrações de compostos fenólicos (DOMINGUES NETO et al., 2017a, b). Quanto ao armazenamento de uvas tratadas com ácido abscísico, há poucos estudos, os resultados disponíveis na literatura mostram que as uvas tratadas com esse regulador, apresentam uma menor perda de massa durante o período de conservação e redução da degrana e podridão das bagas (DOMINGUES NETO, 2017 c). Vale ainda ressaltar os efeitos nos sucos e vinhos, principalmente o aumento das concentrações de antocianinas e compostos fenólicos (KOYAMA et al., 2014b).

Quanto aos teores de sólidos solúveis (SS), acidez titulável (AT) e relação SS/AT, alguns estudos evidenciaram melhoria nesses atributos, como é o caso do exposto por Koyama et al., (2014b), em que os autores verificaram maiores teores de SS e relação SS/AT e menor AT na uva 'Isabel', principalmente com a concentração de 400 mg L^{-1} , independente da época de aplicação. Para a uva 'Kyoho', a aplicação exógena de ácido abscísico também proporcionou aumento no teor de SS (CAO et al., 2010). Vale destacar que a relação SS/AT está relacionada ao sabor do fruto, portanto quanto maior ela for, o sabor será mais agradável (CHITARRA; CHITARRA, 2005), nesse caso pode-se dizer que o ácido abscísico proporciona frutos com melhor sabor, evidenciado pelo maior valor dessa relação. Entretanto, vários autores descreveram que a aplicação de ácido abscísico teve pouco ou nenhum efeito sobre os SS ou a AT das uvas (HAN et al., 1996; LEE et al., 1997; JEONG et al., 2004; PEPPI et al., 2006).

Para a concentração de antocianinas, pigmento ligado diretamente à coloração das bagas, verifica-se uma gama de resultados para as diferentes cultivares de uvas e suco. Para a uva 'Isabel', Koyama et al., (2014b), verificaram que esse regulador elevou as concentrações de antocianinas tanto nas bagas quanto no suco. O ácido abscísico também elevou a concentração de antocianinas das uvas 'Kyoho' (CAO et al., 2010), 'Cabernet Sauvignon' (JEONG et al., 2004), 'Pionnier' (KONDO et al., 1998), 'Flame Seedless' (PEPPI; FIDELIBUS, 2008) e 'Rubi' (DOMINGUES NETO et al., 2017a, b).

Em relação aos atributos de cor das bagas, verifica-se que o ácido abscísico promove excelentes resultados, mediante os menores valores de luminosidade e saturação e maiores valores do índice de cor, o que indica que as bagas submetidas ao tratamento com esse regulador, apresentam cor mais escura. Isso foi verificado na uva 'Isabel' (KOYAMA et al., 2014b), 'Red Globe' (PEPPI, et al., 2007), 'Flame Seedless' (PEPPI; FIDELIBUS, 2008), 'Crimson Seedless' (PEPPI et al., 2008) e 'Rubi' (DOMINGUES NETO et al., 2017a, b). O tratamento com ácido abscísico também estimulou o acúmulo de antocianinas e compostos fenólicos totais da uva para mesa 'Alachua' e para vinho 'Noble' (SANDHU et al., 2011).

Para os compostos fenólicos nas uvas, verifica-se que o ácido abscísico promove aumento das concentrações. Isso se deve pelo fato desse regulador estar relacionado com a biossíntese desses compostos, do mesmo modo que ocorre na produção de antocianinas. Lacampagne et al. (2010), indicam que o ácido abscísico é um corre regulador da leucoantocianidina redutase (LAR) e da antocianidina redutase (ANR), ambas responsáveis pela formação de (+)-catequinas e (-)-epicatequinas nas uvas.

Os tratamentos que proporcionam melhor cor às bagas das uvas, também apresentam maiores valores de compostos fenólicos, mostrando que quanto mais intensa a cor das bagas, maior o conteúdo de compostos fenólicos, portanto, a uva colorida se torna mais interessante para o consumo, por apresentar característica funcional (DOMINGUES NETO et al., 2017a).

Nota-se que a perda de massa durante o período de conservação das uvas é influenciada pela aplicação do ácido abscísico. A perda de massa é um dos fatores limitantes à vida útil dos produtos hortícolas, estando relacionada à perda de água, causa principal da deterioração, que além de resultar em perdas quantitativas, prejudicam a aparência, como o murchamento e enrugamento das bagas, a textura e a qualidade nutricional (CARVALHO, 2000; VILAS BOAS, 2000). Para a uva 'Crimson Seedless', a menor perda de massa ocorreu em cachos que tiveram a irrigação interrompida durante a maturação e tratados com 0,04 g 100 g⁻¹ de ácido abscísico divididos em duas aplicações equivalentes (sendo a primeira no amolecimento da baga e a segunda 15 dias antes da colheita) (SILVA et al., 2011), já para a

uva ‘Rubi’ a menor perda de massa foi obtida com uso de 400 mg L⁻¹ no início da maturação + 200 mg L⁻¹ aos 25 dias após a primeira aplicação (DOMINGUES NETO, 2017c).

Encontra-se na literatura uma gama de resultados com as diferentes cultivares de uvas, seja para mesa ou processamento, quanto às melhores concentrações e épocas de aplicação. De modo geral, as concentrações mais utilizadas são de 100, 200, 300 e 400 mg L⁻¹ e as épocas de aplicação se dão no início da maturação das bagas com uma segunda aplicação variando aos 15 a 25 dias após a primeira aplicação. Vale destacar que os melhores resultados vêm sendo obtidos com o uso de 400 mg L⁻¹ no início da maturação + 200 mg L⁻¹ aos 25 dias após a primeira aplicação, portanto, sendo recomendado seu uso.

Pode-se verificar que a utilização de ácido abscísico exerce efeito sobre a melhoria na concentração de antocianinas das bagas e do suco das uvas. Além disso, propicia o aumento nos teores de SS e relação SS/AT e a redução na acidez. Desse modo, seu uso é uma alternativa promissora na viticultura, que implica no incremento do valor comercial do produto, visto que possibilita que as uvas e os sucos possuam coloração mais intensa, sem a necessidade de ser cortado com o suco de cultivares tintureiras.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

191

Com base no exposto, pode-se enfatizar que o ácido abscísico propicia excelentes resultados nas uvas, melhorando, principalmente a uniformidade de coloração das bagas e incremento de antocianinas e compostos fenólicos, o que representa uma alternativa para o aumento dos ganhos, ao passo que as uvas com melhor cor são mais valorizadas.

7. REFERÊNCIAS

CAO, M.; BAI, X.; LI, Y.; XIE, T.; WEN, R.; LIU, J. Effect of abscisic acid on the color and fruit quality of Kyoho grape. **Guangdong Agricultural Sciences**, Guiyang, v. 2, n. 39, p. 111-113, 2010.

CARVALHO, A. V. **Avaliação da qualidade de kiwis cv. “Haryward”, minimamente processados**. 2000. 86f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2000.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

DOMINGUES NETO, F. J.; TECCHIO, M. A.; PIMENTEL JUNIOR, A.; VEDOATO, B. T. F.; LIMA, G. P. P.; ROBERTO, S. R. Effect of ABA on colour of berries and in the

anthocyanin accumulation and total phenolic compounds of 'Rubi' table grape (*Vitis vinifera*). **Australian Journal of Crop Science**, v. 11, n 2, p. 199-205, 2017a.

DOMINGUES NETO, F. J.; PIMENTEL JUNIOR, A.; BORGES, C. V.; CUNHA, S. R.; CALLILI, D.; LIMA, G. P. P.; ROBERTO, S. R.; LEONEL, S.; TECCHIO, M. A. The exogenous application of abscisic acid induce accumulation of anthocyanins and phenolic compounds of the 'Rubi' grape. **African Journal of Plant Sciences**, v. 8, p. 2422-2432, 2017b.

DOMINGUES NETO, F. J.; PIMENTEL JUNIOR, A.; CALLILI, D.; CUNHA, S. R.; PUTTI, F. F.; LIMA, G. P. P.; KOYAMA, R.; ROBERTO, S. R.; TECCHIO, M. A. Post-harvest conservation of 'Rubi' grapes treated with abscisic acid. **African Journal of Biotechnology**, v. 16, n 34, p. 1758-1763, 2017c.

FAGAN, E. B.; ONO, E. O.; RODRIGUES, J. D.; CHALFUN JUNIOR, A.; DOURADO NETO, D. **Fisiologia vegetal: reguladores vegetais**. Andrei, 300 p., 2015.

HAN, D. H.; LEE, S. M.; KIM, S. B. Effects of ABA and ethephon treatments on coloration and fruit quality in Kyoho grape. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 37, n. 3, p. 416-420, 1996.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Levantamento sistemático da produção agrícola: pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil**. Disponível em: [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201707.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201707.pdf). Acesso em 25 set 2017.

192

JEONG, S. T.; UOTO, N. G.; KOBAYASHI, S.; ESAKA, M. Effects of plant hormones and shading on the accumulation of an-and the expression of anthocyanin biosynthetic genes iberry skins. **Plant Science**, London, v. 167, n. 2, p. 247-252, 2004.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 2.ed. [Reimpr.]. Rio de Janeiro, Guanagbara Koogan, 2012. 431p.

KONDO, S.; MASUDA, E.; INOUE, K. Relation between ABA application and fruit quality of 'Pionnier' grape (*Vitis sp.*). **Acta Horticulturae**, Wageningen, v. 464, n. 130, p. 35-40, 1998.

KOYAMA, R.; YAMAMOTO, L. Y.; BORGES, W. F. S.; PASCHOLATI, M. B.; BORGES, R. S.; ASSIS, A. M. ROBERTO, S. R. Épocas de aplicação e concentrações de ácido abscísico no incremento da cor da uva 'Isabel'. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 1697-1706, jul./ago. 2014a.

KOYAMA, R.; ASSIS, A. M. D.; YAMAMOTO, L. Y.; BORGES, W. F. S.; PRUDENCIO, S. H.; ROBERTO, S. R. Exogenous abscisic acid increases the anthocyanin concentration of berry and juice from 'Isabel' grapes (*Vitis labrusca* L.). **HortScience**, Alexandria, v. 49, p. 460-464, 2014b.

LACAMPAGNE, S.; GAGNÉ, S.; GÉNY, L. Involvement of Abscisic Acid in Controlling the Proanthocyanidin Biosynthesis Pathway in Grape Skin: New Elements Regarding the

Regulation of Tannin Composition and Leucoanthocyanidin Reductase (LAR) and Anthocyanidin Reductase (ANR) Activities and Expression. **Journal Plant Growth Regulation**, New York, v.28, p.81-90, 2010.

LEE, K. S.; LEE, J. C.; HWANG, Y. S.; HUR, I. B. Effects of natural type (S)-(+)- abscisic acid on anthocyanin accumulation and maturity in 'Kyoho' grapes. **Korean Journal of Horticultural Science & Technology**, Suwon, v. 38, n. 6, p. 717-721, 1997.

LEÃO, P. C. S.; LIMA, M. A. C.; COSTA, J. P. D.; TRINDADE, D. C. G. Abscisic Acid and Ethephon for Improving Red Color and Quality of Crimson Seedless Grapes Grown in a Tropical Region. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 66, n.1, p.37-45, 2014.

MAIA, J. D. G.; CAMARGO, U. A. **O cultivo de videira Niagara no Brasil**. Brasília, DF, Embrapa, 2012. 301p.

PEPPI, M. C.; FIDELIBUS, M. W.; DOKOOZLIAN, N. Abscisic acid application timing and concentration affect firmness, pigmentation and color of 'Flame Seedless' grapes. **HortScience**, Alexandria, v. 41, n. 4, p. 1449- 1445, 2006.

PEPPI, M. C.; FIDELIBUS, M. W.; DOKOOZLIAN, N. Application timing and concentration of abscisic acid affect the quality of 'Redglobe' grapes. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, United Kingdom, v. 82, n. 2, p. 304-310, 2007.

PEPPI, M. C.; FIDELIBUS, M. W.; DOKOOZLIAN, N. Timing and concentration of abscisic acid applications affect the quality of 'Crimson Seedless' grapes. **International Journal of Fruit Science**, Binghamton, v. 7, n. 4, p. 71-83, 2008.

PEPPI, M. C.; FIDELIBUS, M. W. Effects of forchlorfenuron and abscisic acid on the quality of 'Flame Seedless' grapes. **HortScience**, Alexandria, v. 43, p. 173-176, 2008.

PIRES, E. J. P.; BOTELHO, R. V.; Uso de reguladores vegetais na cultura da videira. In: BOLIANI, A. C.; CORRÊA, L. S. **Cultura de uvas de mesa: do plantio à comercialização**. Piracicaba: Algraf, p. 129-148, 2001.

ROBERTO, S. R.; ASSIS, A. M.; YAMAMOTO, L. Y.; MIOTTO, L. C. V.; SATO, A. J.; KOYAMA, R.; GENTA, W. Application timing and concentration of abscisic acid improve color of 'Benitaka' table grape. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 142, p. 44-48, 2012.

SANDHU, A. K.; GRAY, D. J.; LU, J.; GU, L. Effects of exogenous abscisic acid on antioxidant capacities, anthocyanins and flavonol contents of muscadine grape (*Vitis rotundifolia*) skins. **Food Chemistry**, London, v. 126, p. 982-988, 2011.

SILVA, E. E. L. S.; LIMA, M. A. C.; LEÃO, P. C. S.; ARAÚJO, A. L. S.; TRINDADE, D. C. G.; ROSATTI, S. R. Conservação pós-colheita da uva 'Crimson Seedless' sob influência da aplicação de reguladores de crescimento e restrição hídrica. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 2011, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5.ed. Porto Alegre, Artmed, 2013. 918p.

VILAS BOAS, E. V. B. **Perdas pós-colheita**. Lavras: UFLA/FAEPE, 64 p., 2000.

WINKLER, A. J. **General Viticulture**. Berkeley: University of California Press, 633 p. 1965.