

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE MESTRADO EM AGRONOMIA

MARCELLO SOZIM

EFEITO DA APLICAÇÃO DE UM ANÁLOGO DE BRASSINOSTERÓIDE SOBRE A
MATURAÇÃO DA UVA 'NIÁGARA ROSADA'

PONTA GROSSA

2011

MARCELLO SOZIM

EFEITO DA APLICAÇÃO DE UM ANÁLOGO DE BRASSINOSTERÓIDE SOBRE A
MATURAÇÃO DA UVA 'NIÁGARA ROSADA'

Dissertação apresentada à
Universidade Estadual de Ponta
Grossa para a obtenção do título de
Mestre em Agronomia – Área de
concentração: Agricultura.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Antonio Ayub

PONTA GROSSA

2011

Ficha Catalográfica Elaborada pelo Setor de Tratamento da Informação BICEN/UEPG

S731e Sozim, Marcello
 Efeito da aplicação de um análogo de brassinosteróide sobre a
 maturação da uva 'Niágara Rosada' / Marcello Sozim. Ponta Grossa,
 2011.
 48f.
 Dissertação (Mestrado em Agronomia – Área de Concentração :
 Agricultura) , Universidade Estadual de Ponta Grossa.
 Orientador : Prof. Dr. Ricardo Antonio Ayub

 1. Videira 2. *Véraison*. 3. Regulador vegetal.
 4. BIOBRAS-16. I. Ayub, Ricardo Antonio. II. T.

CDD: 634.8



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE PONTA GROSSA
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E DE TECNOLOGIA
COORDENAÇÃO DO CURSO DE MESTRADO EM AGRONOMIA

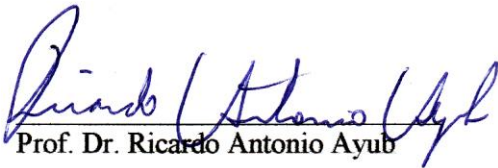
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO


Título da Dissertação: **“EFEITO DA APLICAÇÃO DE UM ANÁLOGO DE BRASSINOSTERÓIDE SOBRE A MATURAÇÃO DA UVA ‘NIAGARA ROSADA’ ”.**

Nome: Marcello Sozim

Orientador: Ricardo Antonio Ayub

Aprovado pela Comissão Examinadora:


Prof. Dr. Ricardo Antonio Ayub


Prof. Renato Vasconcelos Botelho


Prof. Dr. Adauto Bellarmino de Pereira Neto

Data da Realização: 28 de fevereiro de 2011.

DEDICO

A meus avós, Luiz e Thereza Sozim
(*in memoriam*), pelos exemplos de
competência e dignidade humana.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais pelo incentivo e compreensão, e aos meus irmãos pelo companheirismo em todos os momentos.

Ao professor Ricardo Antonio Ayub pela orientação do trabalho de dissertação, mas principalmente pela amizade e confiança.

Ao Dr. Marco Antônio Teixeira Zullo do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), pela concessão do BIOBRAS-16.

Aos meus colegas de curso, Carlos Bernardo Morgado e Mariane Gioppo, pela troca de conhecimentos e convivência.

A Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), e todo o seu Corpo Docente por minha formação profissional.

A todos os que, não menos importantes, contribuíram para a realização deste trabalho.

SOZIM, Marcello. **Efeito da aplicação de um análogo de brassinosteróide sobre a maturação da uva 'Niagara Rosada'**. 2011. Dissertação de Mestrado em Agronomia – Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG).

RESUMO

A uva é considerada a fruta de maior importância econômica do mundo e sua qualidade está diretamente relacionada com o seu ponto de maturação. Os mecanismos que regulam a sua maturação ainda são pouco compreendidos apesar do grande esforço destinado a esse fim. Recentemente evidências em estudos genéticos revelaram que os brassinosteróides, hormônios vegetais recentemente descobertos, parecem estar envolvidos na maturação da uva. Assim o objetivo deste trabalho foi verificar o efeito de diferentes concentrações de um análogo de brassinosteróide, o BIOBRAS-16 (BB-16), sobre a maturação da uva 'Niagara Rosada'. Foram realizados dois experimentos, um na safra 2009/10 e outro na safra 2010/11, em um vinhedo comercial no município de Ponta Grossa – PR. No primeiro experimento foram testadas as concentrações de 0; 0,1; 0,5; 5,0 e 50 mg L⁻¹ de BB-16 aplicadas sobre diferentes cachos, em 4 momentos a cada 7 dias a partir do estágio de cachos compactos. No segundo experimento foram testadas as concentrações de 0; 0,5; 5,0 e 50 mg L⁻¹ de BB-16 aplicadas em diferentes bagas de um mesmo cacho, em 4 momentos a cada 7 dias a partir do estágio de cachos compactos. O delineamento foi o de blocos ao acaso com 4 repetições para a safra 2009 e 10 repetições para a de 2010. O BB-16 na concentração de 5,0 mg L⁻¹ significativamente promoveu a antecipação do início da pigmentação das bagas, em aproximadamente 5 dias, para ambas as safras bem como proporcionou uma maior percentagem de bagas coloridas e menor luminosidade das bagas em estágios iniciais da maturação, indicando uma maior produção de antocianinas. O BB-16 também causou o aumento do diâmetro, comprimento e massa das bagas na safra 2010, quando os tratamentos foram aplicados em um mesmo cacho. Em relação aos teores de sólidos solúveis, a concentração de 5,0 mg L⁻¹ de BB-16 significativamente ocasionou incrementos na baga para a safra 2009. Esta mesma concentração também proporcionou uma maior relação sólidos solúveis/acidez e uma possível antecipação da colheita. A acidez titulável e o pH não foram afetados pelo BB-16, em ambas as safras. Este trabalho evidencia a necessidade de mais estudos sobre o efeito dos BRs, não só quando aplicado sobre as bagas, mas também sobre as folhas. Também, a necessidade de se testar novas concentrações e a sua interação com outros hormônios vegetais. O BB-16 mostrou ser uma ferramenta interessante para o aumento da qualidade e da produtividade da uva. Palavras chave: videira, *véraison*, regulador vegetal, BIOBRAS-16.

EFFECT OF A BRASSINOSTEROID ANALOGUE ON THE MATURATION OF 'NIAGARA ROSADA' GRAPES

ABSTRACT

The grape is considered the most important fruit in the world economy and its quality is directly related to its point of maturity. The mechanisms that regulate their maturation are still poorly understood despite the great effort to this end. Recently, evidence from genetic studies revealed that brassinosteroids, plant hormones recently discovered, appear to be involved in the maturation of grapes. Thus the aim of this study was to assess the effect of different concentrations of an analogue of brassinosteroid the BIOBRAS-16 (BB-16), on the maturation of 'Niágara Rosada' grapes. Two experiments were conducted, one in 2009/10 and another in the 2010/11 season, in a commercial vineyard in the city of Ponta Grossa - PR. In the first experiment were tested at concentrations of 0, 0.1, 0.5, 5.0 and 50 mg L⁻¹ BB-16 applied to different bunches, at 4 times every 7 days from the stadium of compact clusters. In the second experiment were tested at concentrations of 0, 0.5, 5.0 and 50 mg L⁻¹ BB-16 applied in different berries from the same bunch, at 4 times every 7 days from the stadium in compact clusters. The design was a randomized block design with four replications for the 2009 harvest and 10 repetitions for 2010. BB-16 at a concentration of 5.0 mg L⁻¹ significantly promoted the anticipation of the beginning of pigmentation of the berries in about 5 days for both seasons and provides a larger percentage of light colored berries and smaller berries in stages early maturation, indicating a higher production of anthocyanins. BB-16 also caused the increased diameter, length and weight of berries in season 2010, when the treatments were applied in the same cluster. In relation to soluble solids, the concentration of 5.0 mg L⁻¹ BB-16 caused significant increases in berry in 2009. This same concentration also caused a higher soluble solids / acidity and a possible anticipation of the harvest. Titratable acidity and pH were not affected by BB-16, in both seasons. This study highlights the need for more studies on the effect of BRs, not only when applied over the berries, but also on the leaves. Also, the need to test new concentrations and its interaction with other plant hormones. BB-16 was shown to be an interesting tool for increasing productivity and quality of grapes.

Key-words: vine, *veraison*, growth regulator, BIOBRAS-16.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Regulação hormonal das uvas durante seu desenvolvimento e amadurecimento. O conteúdo das variações hormonais são indicados pela espessura das setas. Fase I: desenvolvimento inicial do fruto; Fase II: fase lag; Fase III: amadurecimento do fruto. Sobre estas estão indicados os principais compostos acumulados (Conde et al., 2007).....	18
Figura 2 -	Estádios fenológicos da videira, de acordo com Eichorn & Lorenz (1984).....	24
Figura 3 -	A: Aplicação do BB-16 sobre os cachos por aspersão. B: Primeiro cacho originado da brotação dos sarmentos.....	25
Figura 4 -	Início da pigmentação da videira 'Niágara Rosada'.....	26
Figura 5 -	Cacho de uva dividido em quatro parcelas, com oito bagas cada, constituindo um bloco.....	28
Figura 6 -	Número de dias a partir do florescimento para a ocorrência da presença de pigmentação nas bagas de videira Niágara Rosada, tratadas com BB-16, Ponta Grossa - PR. ** Significativo a $P \leq 0,01$ e, * significativo a $P \leq 0,05$	30
Figura 7 -	Médias da percentagem de bagas pigmentadas de videira 'Niágara Rosada' tratadas com 0; 0,5; 5,0 e 50,0 mg L ⁻¹ de BB-16, Ponta Grossa – PR, 2010. ** Significativo a $P \leq 0,01$	32
Figura 8 -	Bagas de videira 'Niágara Rosada' contendo os tratamentos com BB-16, . A: esquerda = 50,0 mg L ⁻¹ , direita = 0,5 mg L ⁻¹ de BB-16 aos 79 DAF . B: Esquerda= 0 mg L ⁻¹ e direita= 5,0 mg L ⁻¹ de BB-16 aos 85 DAF, Ponta Grossa – PR, 2010.....	32
Figura 9 -	Médias de luminosidade das bagas de videira 'Niágara Rosada' tratadas com 0; 0,5; 5,0 e 50,0mg L ⁻¹ de BB-16, Ponta Grossa – PR, 2010. ** Significativo a $P \leq 0,01$	33
Figura 10 -	Médias de sólidos solúveis da baga de videira 'Niágara Rosada' tratadas com 0; 0,1; 0,5; 5,0 e 50,0 mg L ⁻¹ de BB-16, Ponta Grossa – PR, 2009. ** Significativo a $P \leq 0,01$	34
Figura 11 -	Relação sólidos solúveis/Acidez titulável da baga de videira 'Niágara Rosada', tratadas com 0; 0,1; 0,5; 5,0 e 50,0 mg L ⁻¹ de BB-16, Ponta Grossa – PR, 2009. ** Significativo a $P \leq 0,01$	38

- Figura 12 - Evolução da relação SS/AT da baga da videira 'Niágara Rosada', tratadas com BB-16, Ponta Grossa – PR, 2009. T = Tratamento com BB-16. A linha pontilhada refere-se a relação SS/AT igual a 20, determinante do ponto de colheita..... 38
- Figura 13 - Comprimento e diâmetro da baga de videira 'Niágara Rosada', tratadas com BB-16, aos 95 dias após o florescimento, Ponta Grossa – PR, 2010. ** Significativo a $P \leq 0,01$ 40
- Figura 14 - Massa fresca da baga de videira 'Niágara Rosada', tratadas com BB-16, aos 95 dias após o florescimento, Ponta Grossa – PR, 2010. ** Significativo a $P \leq 0,01$ 40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Teores de sólidos solúveis da baga da videira 'Niágara Rosada' tratadas com BB-16, aos 95 DAF (Ponto de colheita), Ponta Grossa – PR, 2010.....	34
Tabela 2 -	Médias dos valores de pH e acidez da baga da videira 'Niágara Rosada' tratadas com BB-16, Ponta Grossa - PR , 2009.....	36
Tabela 3 -	Médias dos valores de pH e acidez da baga da videira 'Niágara Rosada' tratadas com BB-16, aos 95 DAF (Ponto de colheita), Ponta Grossa - PR , 2010.....	36
Tabela 4 -	Diâmetro, comprimento, massa fresca e seca da baga da videira 'Niágara Rosada', tratadas com BB-16, aos 97 DAF, Ponta Grossa – PR, 2009.....	39
Tabela 5 -	Diâmetro, comprimento e massa fresca da baga da videira 'Niágara Rosada' tratadas com BB-16, aos 95 DAF (Ponto de colheita), Ponta Grossa – PR, 2010.....	39

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	OBJETIVOS	13
2.1	GERAL.....	13
2.2	ESPECÍFICO.....	13
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1	ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO DA VIDEIRA	14
3.2	VITIVINICULTURA ATUAL	14
3.3	DESENVOLVIMENTO DA BAGA DE UVA	15
3.4	HOMÔNIOS NA MATURAÇÃO DA UVA	17
3.5	BRASSINOSTERÓIDES	20
3.6	ANÁLOGOS DE BRASSINOSTERÓIDES	21
4	MATERIAL E MÉTODOS	22
4.1	EXPERIMENTO 1.....	22
4.2	EXPERIMENTO 2	26
4.3	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	29
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
5.1	PIGMENTAÇÃO (<i>VÉRAISON</i>)	30
5.2	SÓLIDOS SOLÚVEIS	34
5.3	ACIDEZ E pH	36
5.4	RELAÇÃO SÓLIDOS SOLÚVEIS/ACIDEZ	37
5.5	CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS	39
6	CONCLUSÕES	43
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44

1 INTRODUÇÃO

O cultivo da videira no Brasil é crescente, tendo praticamente dobrado a sua produção nos últimos 10 anos e a importação de uvas reduzida de aproximadamente 36 mil toneladas em 1996 para 656 toneladas em 2005 (IBGE, 2006). A videira 'Niágara Rosada' (*Vitis labrusca* L.) devido a sua rusticidade e grande aceitabilidade pelo consumidor, atualmente é a mais cultivada no país, sendo principalmente destinada para o consumo *in natura*. Na Região Sul do Brasil, a maior produtora de uvas, a sua maturação de maneira geral ocorre em meados do mês de Janeiro, muitas vezes não coincidindo com as festas de fim de ano, época onde são obtidos os melhores preços de comercialização.

Indicadores de qualidade de frutos estão diretamente relacionados ao seu ponto de maturação e o seu processo tem implicações diretas no suprimento de alimentos, nutrição e saúde dos consumidores. A uva é uma fruta não climatérica, com baixa taxa respiratória, não amadurecendo após a colheita. Ao contrário de frutos climatéricos, onde o etileno é crucial, o controle hormonal da maturação de frutos não climatéricos, como a uva, ainda é pouco compreendido. O uso de reguladores vegetais em viticultura já vem sendo utilizado ao longo de muitos anos, associados ou não a outras práticas culturais, melhorando os atributos de qualidade (LEÃO, 2004).

Os brassinoesteróides (BRs) compõem um grupo de hormônios esteroidais que possui uma importância fundamental em uma ampla variedade de fenômenos do desenvolvimento vegetal, incluindo a divisão celular, alongamento celular em caules e raízes, fotomorfogênese, desenvolvimento reprodutivo, senescência foliar e respostas a estresses (CLOUSE & SASSE, 1998). Já foi identificado um grupo de aproximadamente 60 fitoesteróides, denominados brassinoesteróides, sendo o

brassinolídeo (BL) o de maior atividade (FUJIOKA & YOKOTA, 2003). Já foram isolados de diversas fontes vegetais vários compostos que possuem similaridades estruturais e funcionais ao brassinolídeo. Vários análogos de brassinosteroides com estruturas similares aos BRs naturais vêm demonstrando bons resultados na agricultura (ZULLO et al., 2003).

Nos estudos realizados por Symons et al.(2006) foi observado um claro padrão de mudanças nos níveis endógenos de BRs em todo o desenvolvimento da baga de uva. Essa mudança coincidiu com o início do amadurecimento, tal como indicado pelo aumento do peso das bagas e sólidos solúveis (°Brix), que também ocorreu ao mesmo tempo. Estes mesmos pesquisadores mostraram ainda, que a aplicação exógena de 24-epibrassinolídeo nas bagas de uva promoveu um adiantamento da maturação e a aplicação de brassinazole (BRz), um inibidor da biossíntese de BR, significativamente retardou a maturação.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Verificar a influência de um análogo de brassinosteróide sobre a maturação da uva.

2.2 ESPECÍFICO

Estudar a influência de diferentes concentrações de um análogo de brassinosteróide sobre a uva 'Niágara Rosada' (*Vitis labrusca* L.) tendo em vista a antecipação da colheita e a melhoria da sua qualidade.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 ORIGEM E CLASSIFICAÇÃO DA VIDEIRA

Foram encontrados fósseis de plantas ancestrais das atuais videiras cultivadas, na atual Groelândia e outras regiões hiperbóreas e estas datam do início do período terciário (SOUZA, 1996). A videira difundiu-se e adaptou-se a diversas regiões do globo terrestre ocorrendo em duas principais direções, uma Américo - asiática e outra euro-asiática, originando respectivamente as cultivares de uva chamadas americanas e européias (EPAGRI, 2005).

A videira é uma planta pertencente à família *Vitacea*, sendo gênero *Vitis* o de maior importância agrônômica. O gênero *Vitis* é dividido em dois subgêneros, o *Euvitis* e o *Muscadinea*, sendo que a maioria das videiras cultivadas pertencem ao subgênero *Euvitis* (WINKLER et al., 1974; EINSET & PRATT, 1975). Dentro deste estão presentes as duas espécies de maior importância econômica, a *Vitis vinifera* (variedades Européias ou Uvas finas) e a *Vitis labrusca* L. (variedades americanas ou Uvas rústicas).

3.2 VITIVINICULTURA ATUAL

A uva é a fruta de maior importância econômica do mundo, sendo cultivada em aproximadamente oito milhões de hectares das terras aráveis do planeta com uma produção próxima a sessenta e sete milhões de toneladas. Aproximadamente 71% desta produção é utilizada para o vinho, 27% como fruta fresca, e 2%, como frutas secas (FAO, 2007). No Brasil a vitivinicultura é uma atividade importante para a sustentabilidade da pequena propriedade. Nos últimos anos tem se tornado importante também na geração de emprego, em grandes empreendimentos para produção de uvas de mesa e uvas para processamento.

No cenário internacional a vitivinicultura brasileira ocupou em 2007, o 17º lugar em área cultivada com uvas, 19º em produção (FAO, 2007). No que se refere às transações internacionais, dados da mesma fonte revelam que o Brasil foi o 11º colocado em quantidade de uvas exportadas e o 7º em valor das exportações de uvas e o 10º maior exportador de suco de uvas em quantidade e em valor.

A produção de uvas no Brasil em 2008 foi de 1.399.262 toneladas, 3,27% superior ao ano de 2007. Já em 2009, houve redução na produção de uvas na maioria dos estados brasileiros, somando uma redução de 4,08% no total de uvas produzidas no Brasil, interrompendo a tendência crescente dos últimos anos. Nesse ano, a crise mundial refletiu fortemente na produção de uvas de mesa, sendo que alguns produtores abandonaram parte dos vinhedos. Além disso, fatores climáticos desfavoráveis resultaram em menor produção (MELLO, 2009).

A uva Niágara Rosada é uma das mais apreciadas e consumidas *in natura* no Brasil. Tem boa aceitação devido ao seu aroma e sabor adocicado característico e também pela polpa se desprender facilmente da casca. No estado de São Paulo é a uva de mesa mais cultivada. É uma videira rústica, com relativa resistência às doenças fúngicas, de médio vigor, decaindo de vegetação e de produção nas terras fracas, pobres de matéria orgânica. As bagas são médias, arredondadas, de viva e atraente tonalidade rosada, com muita pruína e polpa mole, doce, com sabor foxado acentuado (SOUSA, 2002).

3.3 DESENVOLVIMENTO DA BAGA DE UVA

Os mecanismos que regulam a maturação da uva ainda permanecem obscuros, apesar das óbvias implicações econômicas de controlar esses processos e um considerável esforço de investigação destinado a atingir este objetivo (SYMONS et al., 2006). Estudos sobre esses processos são limitados, como resultado da natureza complexa deste tipo de pesquisa e porque os compostos produzidos são tidos como de menor interesse do ponto de vista sensorial (CONDE et al., 2007).

O início da era genômica trouxe um progresso sem precedentes no conhecimento da biologia molecular e genética da videira. Estes recursos nos permitem identificar a uva como uma planta modelo para estudos sobre frutos não

climatéricos que acumulam antocianinas, bem como o tomate é atualmente a planta modelo de frutos climatéricos, que acumulam carotenóides (PILATI et al., 2007).

O desenvolvimento da baga da uva segue um padrão duplo sigmóide típico, caracterizado por duas fases de rápido crescimento separados por uma fase de latência, durante o qual pouco ou nenhum crescimento ocorre (COOMBE & HALE, 1973). A primeira fase corresponde a formação do embrião e ao crescimento exponencial do fruto, ocorrendo o acúmulo de diversos solutos. Os compostos predominantes são o ácido málico e tartárico embora também sejam acumulados ácidos hidroxicinâmicos, precursores dos compostos fenólicos voláteis e os taninos. Esta fase tem uma duração específica para cada cultivar e o seu final corresponde ao fim da fase vegetativa da planta.

Após o período de ausência de crescimento, uma segunda fase de crescimento ocorre, e que coincide com o início da maturação. A palavra francesa *véraison* usada para descrever a mudança na cor da pele da baga, o que indica o início da maturação, tem sido adotada para descrever o início do amadurecimento (CONDE et al., 2007). O início da maturação envolve o acúmulo de hexoses em vacúolos na baga e antocianinas coloridas na pele da baga, o catabolismo de ácidos orgânicos, um aumento na maciez da baga, e o desenvolvimento de compostos envolvidos no sabor e aroma (SEYMOUR et al., 1993).

As mudanças mais drásticas na composição química das bagas de uva ocorrem durante esta segunda fase de crescimento, ou fase de maturação. As bagas passam de um estado onde elas são pequenas, duras, ácidas e com pouco açúcar, para um estado onde eles são maiores, mais macias, mais doces, com menos ácido, e fortemente aromatizadas e coloridas. O sabor formado na uva é principalmente o resultado do balanço acidez/açúcar e da síntese de compostos aromáticos e de sabor, ou precursores destes. O desenvolvimento destas características determinará em grande parte a qualidade do produto final (CONDE et al., 2007).

A baga aproximadamente dobra de tamanho entre o *véraison* e a colheita. Muitos dos solutos acumulados na baga da uva durante o primeiro período de crescimento permanecem na colheita, no entanto, devido ao aumento do volume da baga, sua concentração é significativamente reduzida. No entanto, alguns compostos produzidos durante o primeiro período de crescimento são de fato

reduzidos (e não simplesmente diluídos) durante o segundo período de crescimento das bagas. Entre estes está o ácido málico, que é metabolizado e utilizado como fonte de energia durante a fase de amadurecimento, resultando em uma significativa diminuição dos seus níveis em relação ao ácido tartárico, cuja concentração geralmente permanece quase constante depois do *véraison*. Taninos também declinam consideravelmente após o *véraison*. Compostos aromáticos produzidos durante o primeiro período de crescimento também declinam durante o amadurecimento. Embora o primeiro período de crescimento contribui para a qualidade final do fruto, os mais importantes eventos que ocorrem durante o segundo período de crescimento é um aumento maciço em compostos, sendo os principais a glicose e a frutose, como resultado de uma mudança bioquímica no modo de maturação (CONDE et al., 2007).

3.4 HORMÔNIOS NA MATURAÇÃO DA UVA

As espécies de frutas são categorizadas como climatéricas ou não-climatéricas, com base nas diferenças fisiológicas em seus padrões de maturação. Enquanto em frutos climatéricas, tais como tomate (*Lycopersicon esculentum*), maçã (*Malus domestica*), e a banana (*Musa spp.*) passam por um pico bem caracterizado de produção de etileno e na atividade respiratória no início da maturação, pouco se sabe sobre o controle hormonal do amadurecimento de frutos não-climatéricos, tais como o citros e a uva. Por definição não há grandes picos nos níveis de etileno e atividade respiratória em frutos não-climatéricos (SEYMOUR et al., 1993). Inicialmente dados mostraram que pequenas mudanças nos níveis de etileno no início do amadurecimento formaram a base para esta classificação como espécies não-climatéricas (COOMBE & HALE, 1973).

Os primeiros passos do desenvolvimento da baga, da fecundação até a frutificação, estão sob o controle de hormônios de desenvolvimento (auxinas, citocininas e giberelinas) que promovem a divisão e expansão celular (Figura 1). Embora estes hormônios possam ser importados para a baga eles são principalmente produzidos pelas sementes, ou pelos tecidos maternos (Óvulos não fertilizados) no caso das espécies com sementes. Assim, o tamanho final da baga depende do número de sementes que contém. Esses hormônios alcançam uma

concentração máxima antes do *véraison* e então diminuem acentuadamente ao longo da maturação (COOMBE, 1992).

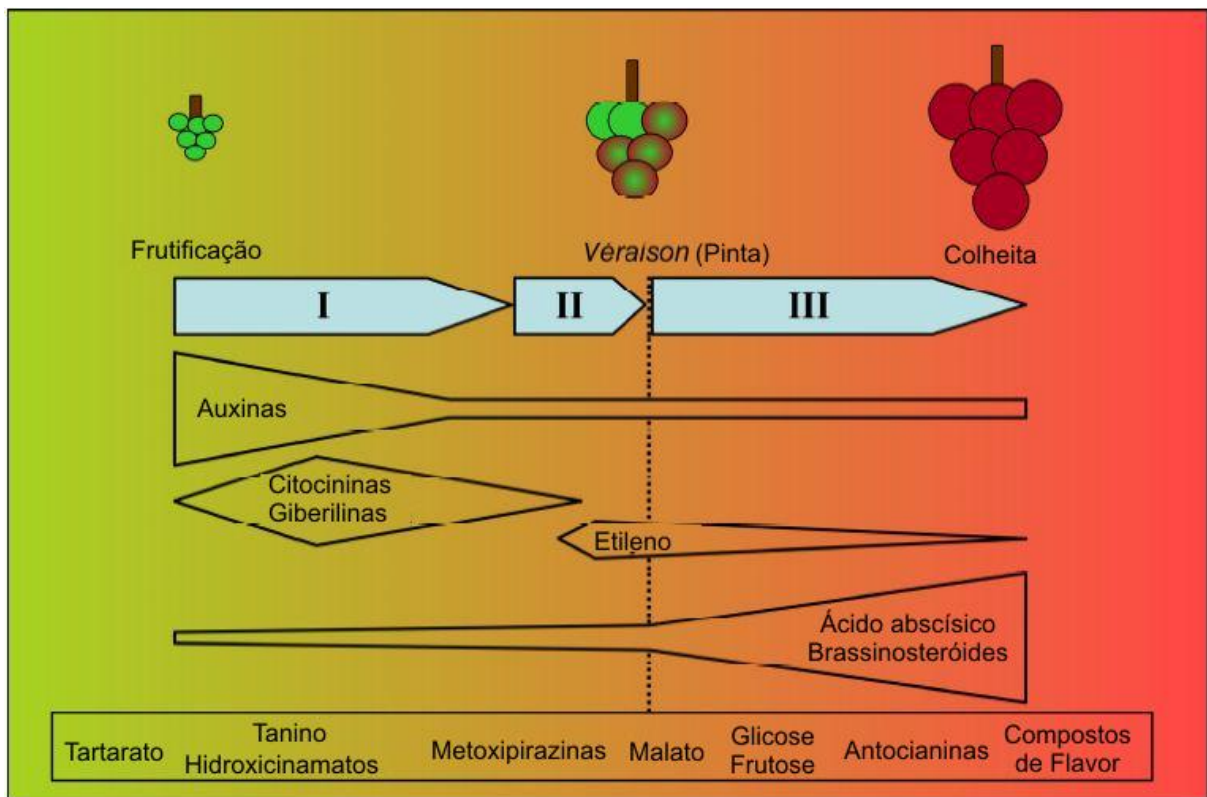


Figura 1 - Regulação hormonal das uvas durante seu desenvolvimento e amadurecimento. O conteúdo das variações hormonais são indicados pela espessura das setas. Fase I: desenvolvimento inicial do fruto; Fase II: fase lag; Fase III: amadurecimento do fruto. Sob estas estão indicados os principais compostos acumulados (Conde et al., 2007).

O controle hormonal da maturação da uva, do *véraison* até a colheita, ainda não está bem claro e pode ser o resultado de uma combinação de sinais ao invés de estar relacionado com um único hormônio. Nenhum hormônio específico está claramente relacionado com a maturação de frutos não-climatéricos, em particular a maturação da uva (COOMBE & HALE, 1973). Estudos recentes mostram que três hormônios podem se associar na regulação do processo de maturação da uva: etileno, ácido abscísico (ABA) e brassinosteróides (CONDE et al., 2007). Além disso fatores exógenos como luminosidade, temperatura, vigor da planta e área foliar podem também influenciar na maturação, principalmente no conteúdo de acidez e na síntese de antocianinas nas bagas.

Recentes evidências de um aumento passageiro nos níveis de etileno endógeno antes do *véraison* em concomitância com um aumento na atividade da ácido 1-aminociclopropeno-1-carboxílico oxidase (ACC), sugerem que o etileno pode

desempenhar algum papel durante o desenvolvimento da uva (CHERVIN et al., 2004). Pilati et al. (2007), observaram um pico de expressão da ACC oxidase em torno do *véraison*, enquanto a ACC sintase e uma suposta dioxigenase enzima formadora de etileno, foram expressas até o *véraison* e então reprimidas. Estes mesmos autores não excluem a possibilidade de um papel adicional do etileno durante o desenvolvimento da uva estar relacionado com a resposta a um estresse biótico. Manica & Pommer (2006), relatam que o ethefon, nome genérico do ácido (2-cloroetil) fosfônico, é um agente liberador de etileno, que, aplicado nos cachos, quando as bagas apresentam em média 15% de cor, antecipa e acentua a sua coloração.

Há um considerável acúmulo de ABA depois do *véraison*, e este desempenha um papel na maturação das sementes, entrada de dormência das sementes, e resistência ao estresse hídrico em fases posteriores da maturação, mas é também especificamente envolvido no controle da maturação (COOMBE & HALE, 1973). Um atraso no acúmulo de ABA correlacionado com um atraso na importação de hexoses (DAVIES et al., 1997) sugere que este hormônio pode promover o acúmulo de açúcar. O ABA também pode influenciar positivamente o acúmulo de compostos fenólicos na uva.

Os Brassinosteróides (BRs) são um grupo de hormônios esteróides vegetais que são essenciais para o desenvolvimento normal da planta (CLOUSE & SASSE, 1998). Vardhini & Rao (2002) revelaram dados os quais sugerem que BRs exógenos podem promover o amadurecimento, através de aumentos nos níveis de etileno, em tomate, uma fruta climatérica. Recentemente, Symons et al. (2006), em sua pesquisa de expressão gênica e os níveis de hormônio vegetal em todo o desenvolvimento da baga da uva 'Cabernet Sauvignon' indicou que os níveis de BR podem influenciar o processo de maturação das bagas. Um claro padrão de alterações na expressão dos genes que controlam a síntese de BR e os níveis endógenos de BR, coincidiram com o início da maturação (Figura 1). Além disso, a manipulação dos níveis de BR através da aplicação de exógena de um BR e um inibidor da biossíntese de BR podem significativamente promover ou retardar o amadurecimento das bagas.

3.5 BRASSINOSTERÓIDES

Em estudos realizados por Mitchell et al. (1970), compostos não identificados no pólen de canola (*Brassica napus* L.) com atividade na estimulação do crescimento vegetal foram relatados e denominados de *brassininas*. Em posteriores estudos foi purificado a partir do pólen da canola o composto de maior atividade e este denominado de *brassinolídeo*, bem como outros compostos de atividade semelhante foram descobertos por outros pesquisadores. Somente em meados da década de 90, com estudos genéticos em *Arabidopsis*, foi demonstrado que estes fitoesteróides, denominados de brassinosteróides, são autênticos hormônios vegetais. Os Brassinosteróides são potentes reguladores vegetais com diversos efeitos. É um grupo de hormônios esteroidais que possui uma importância fundamental em uma ampla variedade de fenômenos do desenvolvimento vegetal, incluindo a divisão celular, alongamento celular em caules e raízes, fotomorfogênese, desenvolvimento reprodutivo, senescência foliar e respostas a estresses (CLOUSE & SASSE, 1998).

Entre as principais características apresentadas pelos BRs podemos citar a habilidade de atuar com um potente efeito biológico sobre a balança hormonal em concentrações muito baixas (5×10^{-4} - 5×10^{-3} $\mu\text{g mL}^{-1}$). A este conjunto de propriedades deu-se o nome de *atividade brassínica*. Todos os BRs de ocorrência natural são derivados de 5α -colestanos e estão inseridos em grupos de esteróides contendo de 27 a 29 átomos de carbono, como fitoesteróides típicos (GÁRATE et al., 1998).

Além de serem substâncias promotoras de crescimento, os BRs estão envolvidos em uma grande variedade de processos de desenvolvimento, como o da fibra no algodão, o desenvolvimento de raízes laterais, a manutenção da dominância apical, a diferenciação vascular e a esterilidade masculina. Outros efeitos fisiológicos dos BRs incluem a defesa vegetal, germinação de sementes e senescência foliar, embora muito ainda necessita ser compreendido (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Como a giberilina e o ácido abcísico, os brassinosteróides são sintetizados como uma ramificação da rota dos terpenos. São sintetizados a partir do campesterol, sitosterol e colesterol. Enquanto o campesterol e o sitosterol são abundantes nas membranas vegetais, o colesterol está presente em níveis relativamente baixos. Todos os três esteróis são metabolizados em um grande

numero de intermediários nas células vegetais, mas somente poucos desses metabólitos possuem atividade biológica (CLOUSE & SASSE, 1998).

Estudos sugerem que os BRs *exógenos* são rapidamente translocados da raiz para a parte aérea (via xilema), mas são pouco translocados para fora da folha, o que indica que ele é deficientemente transportado pelo floema. Assim é sugerido que eles agem no local ou próximo ao local de sua síntese e que cada órgão sintetiza e responde aos seus próprios BRs ativos (TAIZ & ZEIGER, 2009). Symons & Reid (2004), estudando o transporte de BRs em ervilha, relatam problemas relacionados a absorção desconhecida do composto pelo tecido alvo em estudos com aplicação de reguladores vegetais, sugerindo uma maior exposição ao tratamento pelo maior número de aplicações e em um menor intervalo de tempo.

3.6 ANÁLOGOS DE BRASSINOSTERÓIDES

Brassinosteróides sintéticos ou análogos de brassinosteróide referem-se a compostos, de origem sintética, obtidos por meios químicos ou biotecnológicos, apresentando qualquer semelhança estrutural com brassinosteróides naturais e ou atividade brassínica. Quem se insere nesta categoria mais ampla são compostos que apresentam um ou mais dos fragmentos observados em brassinosteróides naturais, mas com uma diversidade estrutural não encontradas na natureza nesses tipos de compostos (ZULLO et al., 2003).

O interesse pela síntese de BRs foi despertado por uma série de fatores, entre os quais citamos a baixa concentração nas fontes naturais (10^{-5} - 10^{-12} %), tornando difícil e de alto custo o seu isolamento e os efeitos notáveis apresentados sobre os organismos vegetais em concentrações muito baixas (KHRIPACH, 1990).

O BIOBRAS-16, brassinosteróide sintético preparado pelo Laboratório de Produtos Naturais da Universidade de La Habana, em Cuba, contém como ingrediente ativo um análogo espirostânico poli-hidroxilado de fórmula $C_{27}H_{42}O_5$ (COLL et al., 1995).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 EXPERIMENTO 1

4.1.1 Localização do experimento

O experimento foi realizado em um vinhedo comercial, no município de Ponta Grossa, PR, (latitude 25° 09' 08" S; longitude 50° 10' 45" W; altitude 840m; relevo suave ondulado; clima Cfb na classificação de Köeppen - subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões amenos, solo Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa), safra 2009-2010.

4.1.2 Variedade e porta-enxerto

Foram utilizadas plantas com 12 anos de idade cv. 'Niágara Rosada' enxertadas sobre o porta-enxerto 420A.

4.1.3 Condução e tratos culturais

As plantas conduzidas em sistema latada foram podadas em 02 de setembro de 2009, sendo a mesma do tipo poda mista, onde deixou-se esporões com 1 a 2 gemas e varas com 6 a 8 gemas.

A brotação ocorreu entre os dias 06 e 10 de setembro de 2009 e o pleno florescimento entre 18 e 22 de outubro de 2009.

As plantas receberam os tratos culturais normais do produtor sendo realizadas podas verdes, despontes e o controle de pragas, doenças e plantas daninhas. O número de folhas após o último cacho de cada ramo foi padronizado em oito folhas através do desponte.

4.1.4 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento foi o de blocos aleatorizados, sendo cinco concentrações de BB-16, com quatro repetições e a parcela constituída de três cachos de uva. Os tratamentos foram constituídos da aplicação por aspersão, em cada cacho, de 1 mL de solução contendo 0; 0,1; 0,5; 5,0 e 50 mg L⁻¹ de BB-16 (Figura 3A), em quatro momentos espaçados de sete dias a partir de 50 dias do pleno florescimento (estádio 33 – cachos compactos (Figura 2)).

Data das aplicações:

- 1^a. – 09/12/2009, 50 dias após florescimento (DAF);
- 2^a. – 16/12/2009, 57 DAF;
- 3^a. – 23/12/2009, 64 DAF;
- 4^a. – 30/12/2009, 71 DAF.

Ao final das quatro aplicações, cada cacho em cada tratamento recebeu respectivamente a quantidade de:

- T1 – 0µg de BB-16 por cacho;
- T2 – 0,4µg de BB-16 por cacho;
- T3 – 2,0µg de BB-16 por cacho;
- T4 - 20µg de BB-16 por cacho;
- T5 - 200µg de BB-16 por cacho.

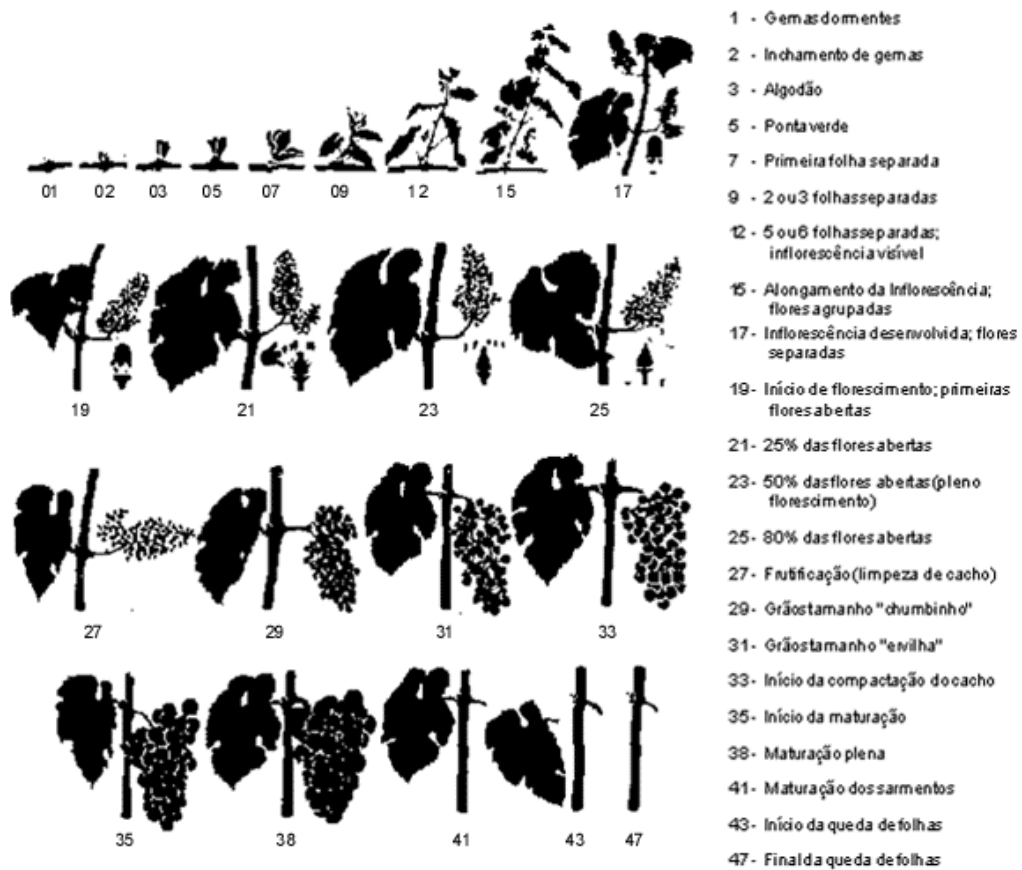


Figura 2 - Estádios fenológicos da videira, de acordo com Eichorn & Lorenz (1984).

O BB-16 foi diluído em 99,5% de acetona, e posteriormente re-diluído em 50% de água destilada. Os cachos foram selecionados e padronizados no pleno florescimento (estádio 23 – 50% das flores abertas (Figura 2)).

Foram selecionados os primeiros cachos de cada brotação originada das varas (Figura 3B) sendo o bloco constituído de uma planta de videira. A aplicação dos tratamentos em cada data ocorreu sempre ao final da tarde.

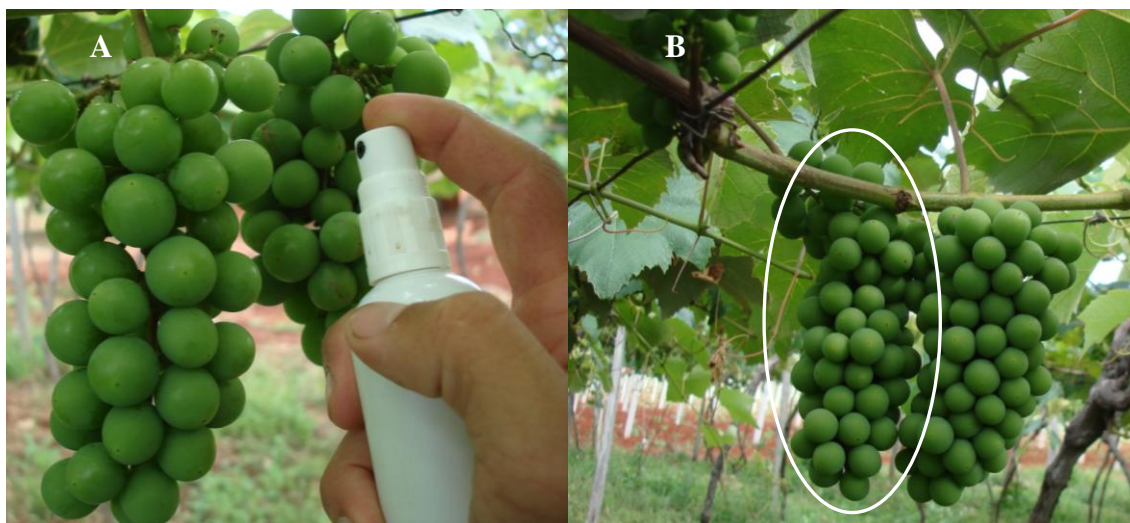


Figura 3 - A: Aplicação do BB-16 sobre os cachos por aspersão. B: Primeiro cacho originado da brotação dos sarmentos.

4.1.5 Avaliações

A ocorrência de pigmentação foi determinada visualmente pela anotação da data onde ocorreu a primeira presença de coloração rosada característica da cultivar, indicando a produção de antocianinas (Figura 4).

A evolução dos teores de Sólidos Solúveis, o pH e a acidez titulável da baga foi determinada pela análise semanal das bagas a partir do início da pigmentação. A análise de sólidos solúveis foi realizada com o auxílio de um refratômetro portátil utilizando-se duas gotas do suco de cinco bagas em cada repetição com a leitura em °Brix. O pH foi determinado por leitura em de 10 mL de suco com auxílio de pHmetro digital. A acidez titulável foi determinada pela titulação da solução contendo 10 mL de suco e 90 mL de água destilada, com NaOH 0,1N até atingir pH 8,1 e posteriormente convertida em gramas de ácido tartárico por 100 mL de suco, pela multiplicação com o fator de correção (0,075), expressando a % equivalente de ácido tartárico.

O comprimento médio da baga e o diâmetro transversal médio da baga no ponto de colheita foram determinados pela medição com paquímetro de cinco bagas por repetição. A massa fresca das bagas no ponto de colheita foi determinada por balança digital de precisão e a massa seca por secagem das bagas em estufa a 70°C até peso constante. As análises seguiram as normas do Instituto Adolfo Lutz (1985).



Figura 4 - Início da pigmentação da videira 'Niágara Rosada'.

4.2 EXPERIMENTO 2

4.2.1 Localização do experimento

O experimento foi realizado em um pomar comercial, no município de Ponta Grossa, PR, (latitude 25° 07' 33" S; 50° 10' 09" W; altitude 832m; relevo suave ondulado; clima Cfb na classificação de Köppen - subtropical com chuvas bem distribuídas durante o ano e verões amenos, solo Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa) safra 2010-2011.

4.2.2 Variedade e porta-enxerto

Foram utilizadas plantas com 15 anos de idade cv. 'Niágara Rosada' enxertadas sobre o porta-enxerto 420A.

4.2.3 Condução e tratos culturais

As plantas conduzidas em sistema latada foram podadas em 07 de agosto de 2010, sendo a mesma também do tipo poda mista.

A brotação ocorreu próximo ao dia 25 de agosto de 2010 e o pleno florescimento próximo a 08 de outubro de 2010.

Os tratos culturais também foram os normais realizados pelo produtor. O número de folhas após o último cacho de cada ramo foi padronizado em oito folhas através do desponte.

4.2.4 Delineamento experimental e tratamentos

O delineamento foi o de blocos aleatorizados, sendo quatro concentrações de BB-16, com dez repetições. O bloco foi constituído de um cacho de uva e cada parcela constituída de oito bagas (Figura 5). Os tratamentos foram constituídos da aplicação por aspersão sobre as bagas, de 0,3 mL de solução em cada parcela, contendo 0; 0,5; 5,0 e 50 mg L⁻¹ de BB-16, em cada um dos quatro momentos espaçados de sete dias a partir de 53 dias do pleno florescimento (estádio 33).

Data das aplicações:

1^a. – 30/11/2010, 53 dias após florescimento (DAF);

2^a. – 07/12/2010, 60 DAF;

3^a. – 14/12/2010, 67 DAF;

4^a. – 21/12/2010, 74 DAF.

Ao final das quatro aplicações, cada baga em cada tratamento recebeu aproximadamente a quantidade de:

T1 – 0 µg de BB-16 por baga;

T2 – 0,075 µg de BB-16 por baga;

T3 – 0,75 µg de BB-16 por baga;

T4 – 7,5 µg de BB-16 por baga;



Figura 5 - Cacho de uva dividido em quatro parcelas, com oito bagas cada, constituindo um bloco.

O BB-16 foi diluído em 99,5% de acetona. Os cachos foram estandardizados selecionando-se os primeiros de cada brotação, originada dos sarmentos, no pleno florescimento. A aplicação dos tratamentos em cada data também ocorreu sempre ao final da tarde.

4.2.5 Avaliações

Foi determinada visualmente a data da primeira ocorrência de pigmentação e a partir desta foi contabilizado e determinado a percentagem de bagas coloridas, a cada três dias, até a maturação. Também foi determinada a coloração das bagas com auxílio de um colorímetro Minolta CR 400, e expressa em Luminosidade (L^*), cromaticidade (C) e ângulo *hue* ou de cor ($^{\circ}h$) (MINOLTA CORP., 1994). Foram selecionadas para a realização das leituras de coloração as duas bagas que primeiro apresentaram pigmentação, em cada parcela.

Ao final do amadurecimento, no ponto de colheita, foi determinado os teores de sólidos solúveis, o pH, e a acidez titulável das bagas, bem como, o comprimento, o diâmetro e a massa fresca das bagas, segundo as normas do Instituto Adolfo Lutz (1985).

4.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os resultados de ambos os experimentos foram submetidos à análise de variância para o esquema fatorial (concentrações x dias após florescimento), para as variáveis avaliadas em diversos momentos durante a maturação, e quando da interação significativa foram comparadas as médias pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$). Caso contrário, e para as variáveis avaliadas somente ao final do experimento, efetuou-se a análise de regressão polinomial dos fatores independentes para o delineamento de blocos aleatorizados.

As análises estatísticas foram realizadas mediante o emprego do programa de computador ESTAT (1992), da Unesp de Jaboticabal.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 PIGMENTAÇÃO (VÉRAISON)

O início da pigmentação foi adiantado pela aplicação do BB-16, sendo esta de aproximadamente cinco dias na safra de 2009 e de quatro dias na safra de 2010 para a concentração testada de 5,0 mg L⁻¹ em relação a testemunha (Figura 6). Este tratamento obteve a primeira ocorrência de pigmentação, ocorrendo em média aos 68,6 DAF no ano de 2009 e em média 77,2 DAF no ano de 2010.

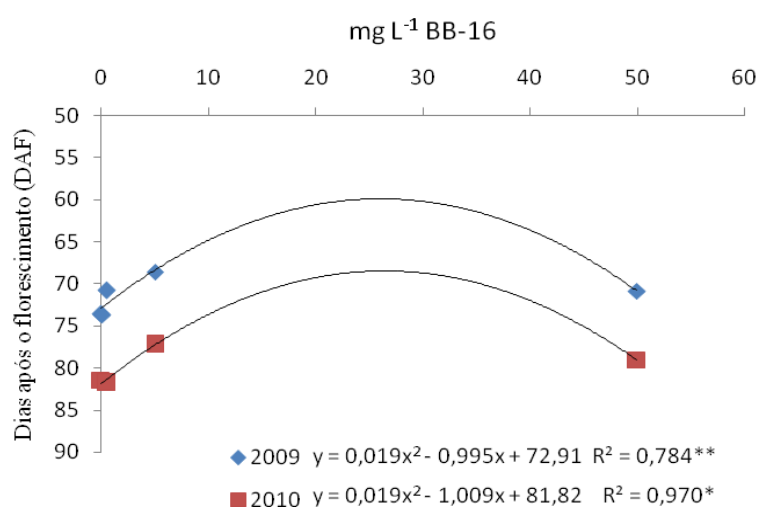


Figura 6 - Número de dias a partir do florescimento para a ocorrência da presença de pigmentação nas bagas de videira Niágara Rosada, tratadas com BB-16, Ponta Grossa - PR. ** Significativo a $P \leq 0,01$ e, * significativo a $P \leq 0,05$.

As antocianinas são os principais pigmentos das cultivares de uvas e são responsáveis por muitas tonalidades de cores vistas em tecidos vegetais, que vão

do vermelho ao azul (CONDE et al., 2007). A sua acumulação nas bagas ocorre logo após um aumento na acumulação de açúcar e estão localizadas principalmente nas três primeiras camadas sub-epidérmicas (SEYMOUR et al., 1993). Os açúcares endógenos são considerados os agentes causais da síntese de antocianinas e outros compostos fenólicos (PIRIE & MULLINS, 1977), mas também fatores exógenos como luz, temperatura, porte da planta e área foliar, pode afetar a síntese e acumulação de antocianinas. Também reguladores de crescimento, principalmente o etileno e o ácido abscísico, causam um aumento na acumulação de antocianinas (JENSEN et al., 1975; LEE et al., 1979; TOMANA et al., 1979; KATAOKA et al., 1982). Segundo Taiz & Zeiger (2009), altas concentrações de brassinoesteróides estimulam a produção de etileno, o que pode ser um fator a ser considerado na pigmentação das bagas, embora, ainda há muito a ser compreendido. Kripach et al. (1999) também relata que já é bem estabelecido que brassinosteroides, independentes ou em sinergismo com auxinas, induzem a produção de etileno. Vardhini & Rao (2002) concluíram que a aceleração da maturação de discos pericárpicos de tomate foi induzida por brassinosteróides e associada principalmente ao aumento da produção de etileno.

Estudos realizados por El-Kereamy et al. (2003) evidenciaram pela primeira vez que o etileno desencadeia a expressão de genes relacionados a síntese de antocianinas. Resultado semelhante foi obtido por Tira-Umphon (2008), que demonstrou que o aumento do acúmulo de antocianinas da uva 'Cabernet sauvignon' está relacionado ao acúmulo da UDP-glicose flavonóide 3-O-glucosyltransferase (UFGT), que é uma enzima chave na biossíntese e na estabilidade das antocianinas. Também que o inibidor específico dos receptores de etileno (1-metilciclopropeno) inibe a acumulação de (UFGT) mRNA em bagas de uva.

Não houve interação entre as concentrações de BB-16 e os momentos das avaliações (dias após o florescimento), para todas as variáveis avaliadas ao longo da maturação. A percentagem de bagas pigmentadas em 2010 diferiu significativamente entre as concentrações de BB-16, sendo que a de 5,0 mg L⁻¹ obteve a maior percentagem de bagas pigmentadas (Figura 7). As médias da percentagem de bagas pigmentadas foram de 53, 47, 66 e 60% respectivamente para as concentrações de 0; 0,5; 5,0 e 50,0 mg L⁻¹ de BB-16.

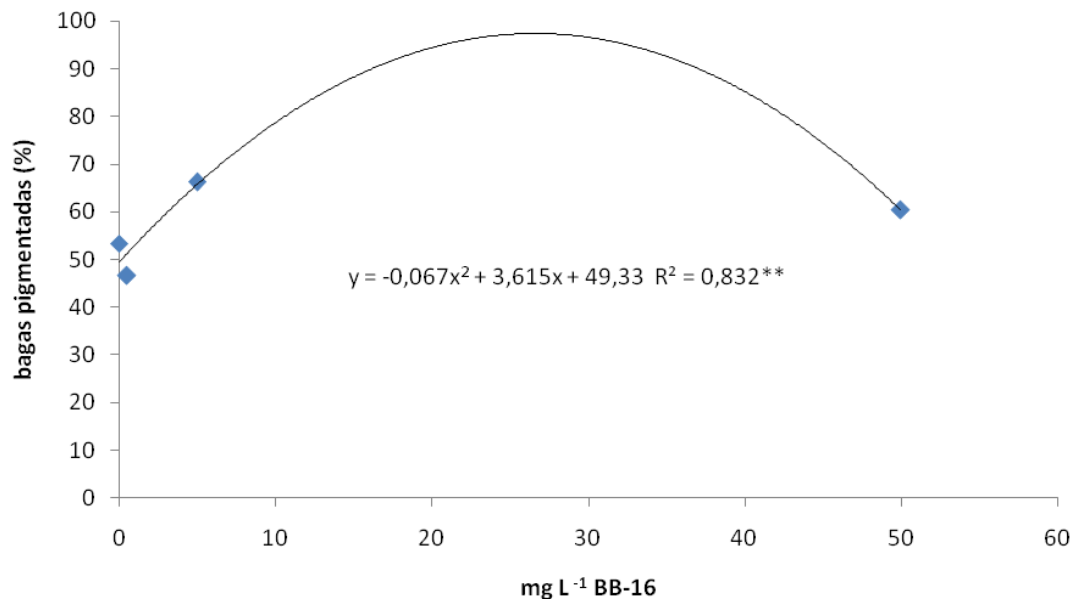


Figura 7 – Médias da porcentagem de bagas pigmentadas de videira ‘Niágara Rosada’ tratadas com 0; 0,5; 5,0 e 50,0 mg L⁻¹ de BB-16, Ponta Grossa – PR, 2010. ** Significativo a P ≤ 0,01.

Visualmente observaram-se maiores diferenças entre os tratamentos nas fases iniciais de pigmentação (Figura 8).

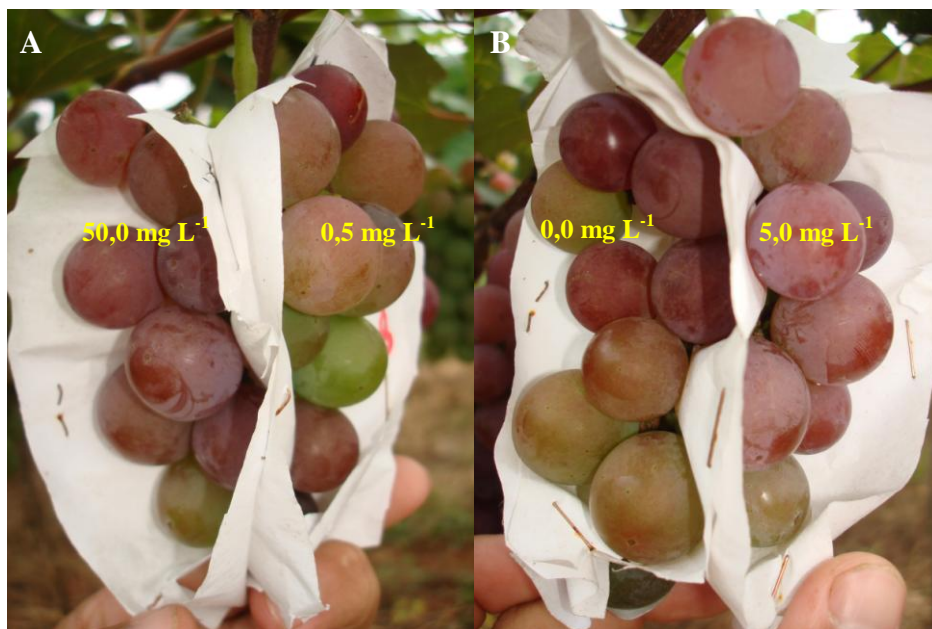


Figura 8 – Bagas de videira ‘Niágara Rosada’ contendo os tratamentos com BB-16, . A: esquerda = 50,0 mg L⁻¹, direita = 0,5 mg L⁻¹ de BB-16 aos 79 DAF . B: Esquerda= 0 mg L⁻¹ e direita= 5,0 mg L⁻¹ de BB-16 aos 85 DAF, Ponta Grossa – PR, 2010.

Quanto à coloração das bagas, não houve diferenças na cromaticidade e no ângulo de cor ($^{\circ}$ h). A grande quantidade de pruína na epiderme das bagas, característica das uvas 'Niágara', pode ser um fator a ser considerado na ausência de diferenças na cromaticidade e ângulo de cor. Já a luminosidade, diferiu significativamente entre as concentrações de BB-16. As concentrações de 5,0 e 50,0 mg L^{-1} foram as que obtiveram os menores valores de luminosidade da boga, evidenciado pela presença de bagas mais escurecidas (Figura 9). Os valores de luminosidade ($^{\circ}$ L) foram de 33,7; 30,0; 29,4 e 28,6, respectivamente para as concentrações de 0; 0,5; 5,0 e 50,0 mg L^{-1} de BB-16. Associou-se uma menor luminosidade com a presença de maior quantidade de pigmentação das bagas.

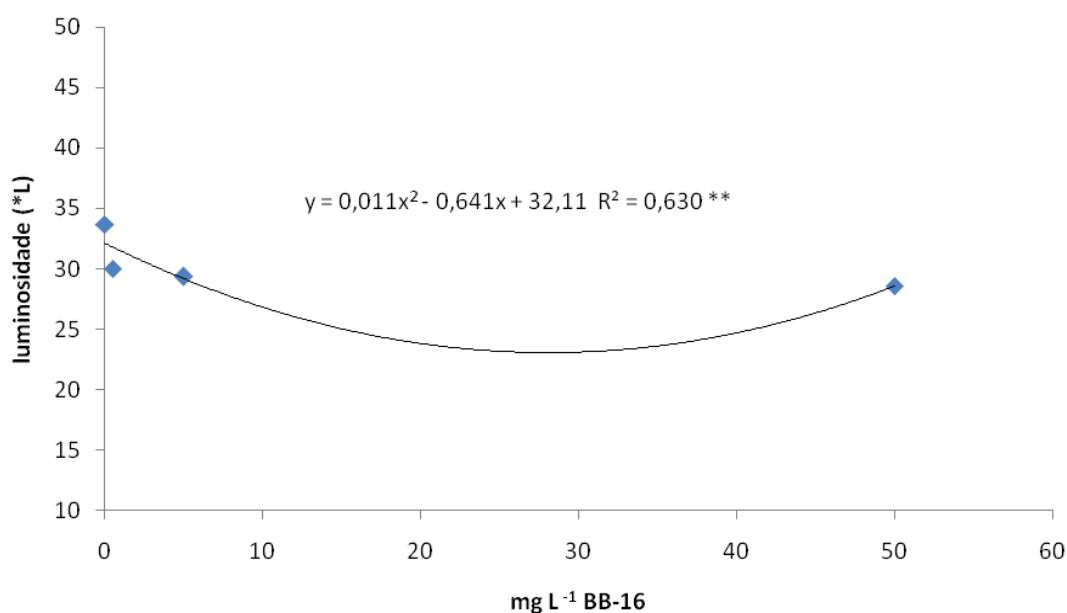


Figura 9 – Médias de luminosidade das bagas de videira 'Niágara Rosada' tratadas com 0; 0,5; 5,0 e 50,0 mg L^{-1} de BB-16, Ponta Grossa – PR, 2010. ** Significativo a $P \leq 0,01$.

Symons et al. (2006) estudando o efeito da aplicação exógena de BR e de inibidor da biosíntese de BR, mostrou que a aplicação exógena de epibrassinolídeo significativamente promoveu a pigmentação da uva, enquanto a aplicação do inibidor da biosíntese de BR, o brassinazole, significativamente atrasou a pigmentação. Este mesmo autor também observou um dramático aumento dos níveis endógenos de castasterona (CS), único BR bioativo detectado em uvas, e seu precursor direto

6-deoxocastasterona entre 8 e 10 semanas após o florescimento, coincidindo com o início da maturação, o qual também ocorreu neste mesmo instante.

5.2 SÓLIDOS SOLÚVEIS

Os teores de sólidos solúveis da baga da uva ‘Niagara Rosada’ na safra de 2009 também diferiram entre as concentrações de BB-16. A concentração de 5,0 mg L⁻¹ obteve o maior teor de sólidos solúveis (°Brix) e as médias foram de 8,2; 8,5; 8,5; 9,0; e 8,5 °Brix, respectivamente para as concentrações de 0; 0,1; 0,5; 5,0 e 50,0 mg L⁻¹ de BB-16 (Figura 10).

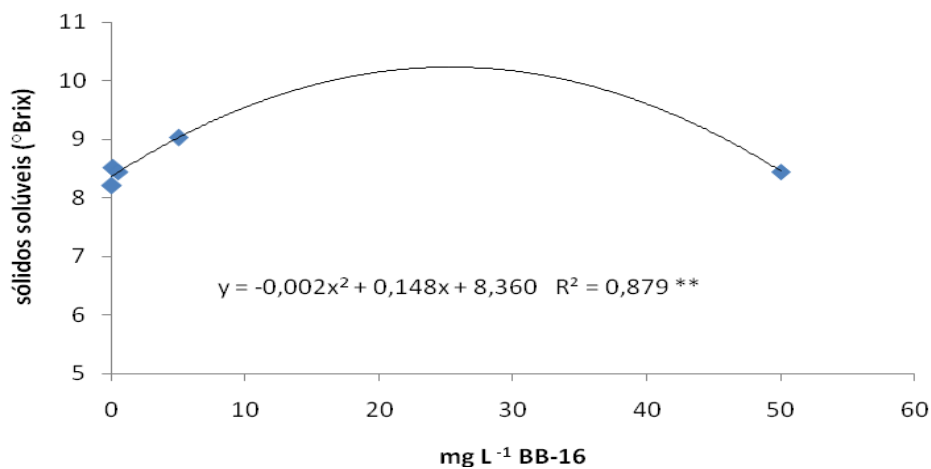


Figura 10 – Médias de sólidos solúveis da baga de videira ‘Niagara Rosada’ tratadas com 0; 0,1; 0,5; 5,0 e 50,0 mg L⁻¹ de BB-16, Ponta Grossa – PR, 2009. ** Significativo a P ≤ 0,01.

Já na safra de 2010, não se observou diferença nos teores de sólidos solúveis aos 95 DAF, momento da colheita (Tabela 1). Alguns resultados tem demonstrado que tratamentos com aumento na taxa de síntese de antocianinas, como luz e etileno, não afetam os níveis de açúcar na epiderme (exocarpo) da uva (WICKS & KLIEWER, 1983).

Tabela 1 - Teores de sólidos solúveis da baga da videira ‘Niagara Rosada’ tratadas com BB-16, aos 95 DAF (Ponto de colheita), Ponta Grossa – PR, 2010.

BB-16	Sólidos Solúveis
(mg L ⁻¹)	(°Brix)
0	15,40
0,5	15,06
5,0	15,22
50,0	15,38
	ns
CV (%)	2,47

ns = não significativo a P ≤ 0,05.

Contudo, segundo Symons et al. (2006), os BRs podem afetar indicadores de maturação em diferentes tecidos da baga. Enquanto a acumulação de antocianinas é restrita a células da epiderme, os açúcares são acumulados em células da polpa. Estas alterações são observadas concomitantemente com o aumento dos níveis endógenos de BRs no início do amadurecimento, sugerindo que alterações nos níveis endógenos de BRs influenciam (direta ou indiretamente) este processo chave de desenvolvimento.

Considerando-se um cacho com aproximadamente 50 bagas, a concentração de 5,0 mg L⁻¹ forneceria ao final das quatro aplicações uma quantidade de aproximadamente 400 ng de BB-16 por baga. Symons et al. (2006), obteve também acréscimo no teor de sólidos solúveis da uva Cabernet Sauvignon, na nona semana após o florescimento, com a aplicação de 200 ng de epibrassinolideo por baga, em cada um de quatro pontos a partir de cinco semanas após o florescimento. Já a aplicação do inibidor da biossíntese de BR, o Brassinazole, promoveu o menor teor de sólidos solúveis.

Em média a concentração de 5,0 mg L⁻¹ de BB-16, incrementou 0,5 °Brix no teor de sólidos solúveis da baga em relação a testemunha. Symons et al. (2006) obteve um acréscimo de 0,7 °Brix em relação a testemunha, com a aplicação de epibrassinolideo.

O pouco incremento no teor de sólidos solúveis com a aplicação de BRs na baga da uva pode ser devido ao fato de os açúcares serem em sua maior parte sintetizados nas folhas (WINKLER et al., 1974) e transportados através do floema para as bagas, principalmente como sacarose (LAVEE & NIR, 1986). Além disso expressão de transportadores de dissacarídeos (DSTs) e transportadores de monossacarídeos (MST) podem ser afetadas por vários parâmetros, incluindo luz, água, ferimentos, ataques de fungos e bactérias, e hormônios como o ABA (KÜHN et al. 1997), além dos BRs. Isto nos fornece evidências indiretas de que os BRs podem estar envolvidos no aumento de açúcares na baga, mas que a aplicação exógena deste hormônio somente sobre as bagas causa pouco acréscimo no teor de açúcar das mesmas. Yu et al. (2004), com a aplicação de 0,1 mg L⁻¹ de 24-epibrassinolide (EBR) em folhas de pepino, observou significativo aumento na atividade inicial da Rubisco e no conteúdo de sacarose, açúcares solúveis e amido, seguidos por substancial aumento na atividade da sacarose fosfato sintase (SPS),

sacarose sintase (SS) e invertase ácida (AI), logo após o tratamento. Estes mesmos autores concluíram que o EBR aumentou a capacidade de assimilação de CO₂ no ciclo de Calvin, atribuída principalmente ao aumento da atividade inicial da Rubisco.

5.3 ACIDEZ E pH

Para ambas as safras 2009 e 2010 a aplicação de diferentes concentrações de BB-16 na uva 'Niagara Rosada' não afetou a acidez e o pH das bagas (Tabelas 2 e 3).

Tabela 2 – Médias dos valores de pH e acidez da baga da videira 'Niágara Rosada' tratadas com BB-16, Ponta Grossa - PR , 2009.

BB-16	pH	Ácido tartárico
(mg L ⁻¹)		(g 100 mL ⁻¹)
0	3,01	1,30
0,1	2,99	1,33
0,5	3,02	1,30
5,0	3,03	1,24
50,0	3,02	1,23
	ns	ns
CV (%)	1,90	15,75

ns = não significativo a $P \leq 0,05$.

Tabela 3 – Médias dos valores de pH e acidez da baga da videira 'Niágara Rosada' tratadas com BB-16, aos 95 DAF (Ponto de colheita), Ponta Grossa - PR , 2010.

BB-16	pH	Ácido tartárico
(mg L ⁻¹)		(g 100 mL ⁻¹)
0	3,21	0,83
0,5	3,18	0,93
5,0	3,18	0,88
50,0	3,17	0,91
	ns	ns
CV (%)	1,39	11,48

ns = não significativo a $P \leq 0,05$.

A fracção dos ácidos da uva é constituída principalmente dos ácidos málico e tartárico, sendo responsáveis por 90% ou mais da acidez total (WINKLER et al., 1974). Rizzon & Sganzerla (2007), estudando a relação ácido tartárico/málico no

mosto de diversas cultivares de uvas observaram em todas as cultivares uma maior proporção de ácido tartárico do que málico e, dentre as cultivares, a Niágara destacou-se com o valor mais elevado.

A diminuição do conteúdo de ácidos orgânicos, que começa no início da maturação está associada com uma indução súbita da oxidação do malato. O início simultâneo da degradação de ácidos orgânicos e o acúmulo de açúcar no início do amadurecimento, que ocorre de 6-9 semanas após o florescimento e a meio caminho entre o florescimento e a maturação dos frutos, levou a sugestão de que o ácido málico pode ser transformado em frutose e glicose ou utilizado como fonte de carbono e energia para a respiração (CONDE et al., 2007). A enzima citosólica NADP-málica pode desempenhar um papel fundamental na regulação da quebra do malato catalizando a descarboxilação oxidativa do malato para piruvato e CO₂ (HAWKER, 1969; POSSNER et al., 1981;. RUFFNER et al., 1984).

Pouco é conhecido sobre os efeitos de BRs sobre a redução da acidez durante a maturação de frutos. Vardhini & Rao (2002) observaram que a aplicação de 28-homobrassinolide and 24-epibrassinolide sobre discos pericárpicos de tomate resultaram em um decréscimo no conteúdo de ácido ascórbico. Já resultados obtidos por Chervin et al. (2004) sugerem que o etileno pode afetar o decréscimo da acidez, que é uma característica do período de maturação da uva pós-*véraison*. Uvas tratadas com 1-metilciclopropeno (1-MCP), inibidor dos receptores de etileno, na 6^a, 7^a e 8^a semanas após o pleno florescimento resultaram em maiores níveis de acidez do que nas não tratadas, quando colhidas na 13^a semana após o florescimento.

5.4 RELAÇÃO SÓLIDOS SOLÚVEIS/ACIDEZ

O sabor dos frutos é devido, em grande parte, ao balanço de ácidos e açúcares, o qual é avaliado pela relação SS/AT. Para uvas de mesa, são considerados adequados valores iguais ou superiores a 20:1 para esta relação (GAYET, 1993). A relação SS/AT diferiu significativamente com a aplicação de BB-16. A concentração de 5,0 mg L⁻¹ obteve o maior valor desta relação, e as médias foram de 10,3; 11,6; 10,5; 12,9 e 10,7 respectivamente para as concentrações de 0; 0,1; 0,5; 5,0 e 50,0 mg L⁻¹ de BB-16 (Figura 11). A concentração de 5,0 mg L⁻¹ de

BB-16 foi a primeira a atingir a relação SS/AT igual a 20 (91 DAF), mostrando uma possível antecipação da colheita para este tratamento (Figura 12).

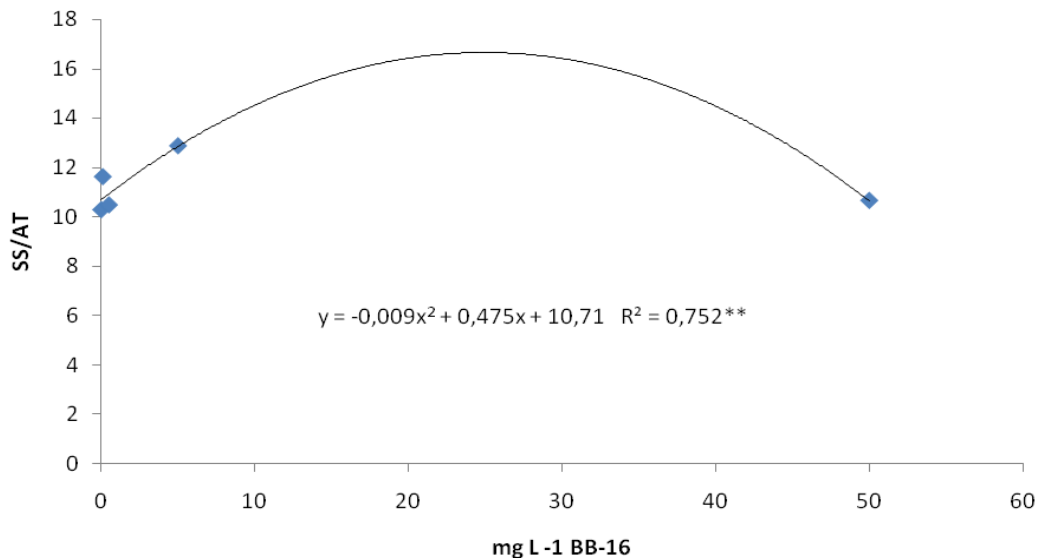


Figura 11 - Relação sólidos solúveis/Acidez titulável da baga de videira 'Niágara Rosada', tratadas com 0; 0,1; 0,5; 5,0 e 50,0 mg L⁻¹ de BB-16, Ponta Grossa – PR, 2009.
** Significativo a $P \leq 0,01$.

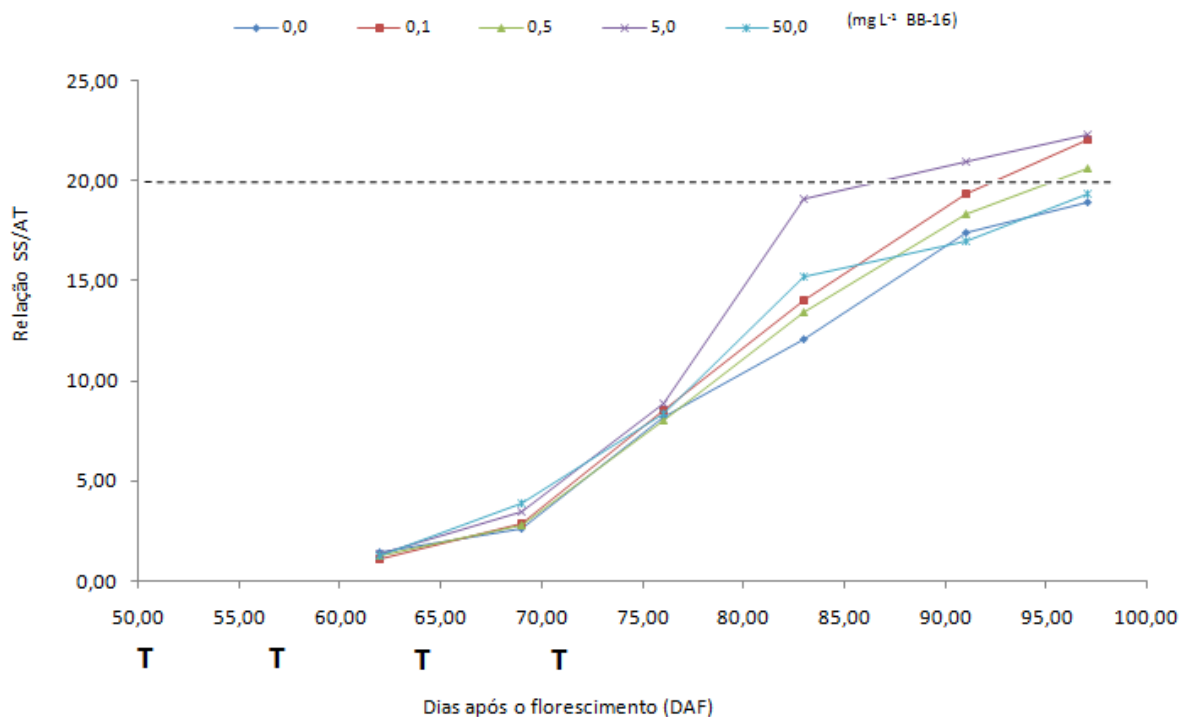


Figura 12 - Evolução da relação SS/AT da baga da videira 'Niágara Rosada', tratadas com BB-16, Ponta Grossa – PR, 2009. T = Tratamento com BB-16. A linha pontilhada refere-se a relação SS/AT igual a 20, determinante do ponto de colheita.

5.5 CARACTERÍSTICAS MORFOLÓGICAS

A aplicação do análogo de brassinosteróide BB-16 sobre os cachos em 2009 não alterou significativamente as características morfológicas avaliadas, como o tamanho e a massa das bagas da uva 'Niagara Rosada' (Tabela 4). Neste ano houve grande variação no tamanho dos cachos, mesmo os contidos em uma mesma planta, possivelmente devido a poda tardia.

Tabela 4 – Diâmetro, comprimento, massa fresca e seca da boga da videira 'Niagara Rosada', tratadas com BB-16, aos 97 DAF, Ponta Grossa – PR, 2009.

BB-16	Comprimento médio da boga	Diâmetro médio da boga	Massa fresca da boga	Massa seca da boga
(mg L ⁻¹)	(mm)	(mm)	(g)	(%)
0	22,26	20,63	5,50	21,75
0,1	21,59	19,58	5,04	20,00
0,5	21,76	19,74	5,09	22,25
5,0	22,02	20,65	5,79	21,50
50,0	21,58	20,41	5,58	23,00
	ns	ns	ns	ns
CV (%)	3,07	3,66	7,79	12,24

ns = não significativo a $P \leq 0,05$.

Contudo, quando as diferentes doses foram aplicadas sobre as bagas de um mesmo cacho em 2010, observou-se um incremento significativo no comprimento, diâmetro e massa da boga (Tabela 5). Para ambas as variáveis, a concentração testada de 5,0 mg L⁻¹ foi a que proporcionou maiores valores (Figuras 13 e 14).

Tabela 5 – Diâmetro, comprimento e massa fresca da boga da videira 'Niagara Rosada' tratadas com BB-16, aos 95 DAF (Ponto de colheita), Ponta Grossa – PR, 2010.

BB-16	Comprimento médio da boga	Diâmetro médio da boga	Massa fresca da boga
(mg L ⁻¹)	(mm)	(mm)	(g)
0	20,34	19,20	4,59
0,5	21,00	19,71	4,99
5,0	21,60	20,19	5,24
50,0	21,32	19,88	5,15
	Q (R ² 0,83**)	Q (R ² 0,83**)	Q (R ² 0,75**)
CV (%)	2,38	3,21	6,41

Q = Efeito quadrático por regressão polinomial. ** = significativo a $P \leq 0,01$, * = significativo a $P \leq 0,05$.

A média da massa fresca da baga obtida com a concentração de 5 mg L⁻¹ de BB-16 foi aproximadamente 14% superior em relação a testemunha, refletindo diretamente na produtividade da videira ‘Niagara Rosada’.

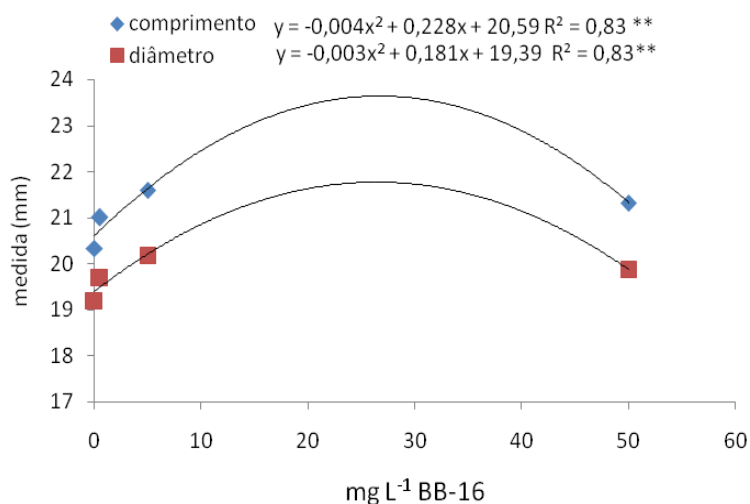


Figura 13 - Comprimento e diâmetro da baga de videira ‘Niagara Rosada’, tratadas com BB-16, aos 95 dias após o florescimento, Ponta Grossa – PR, 2010. ** Significativo a $P \leq 0,01$.

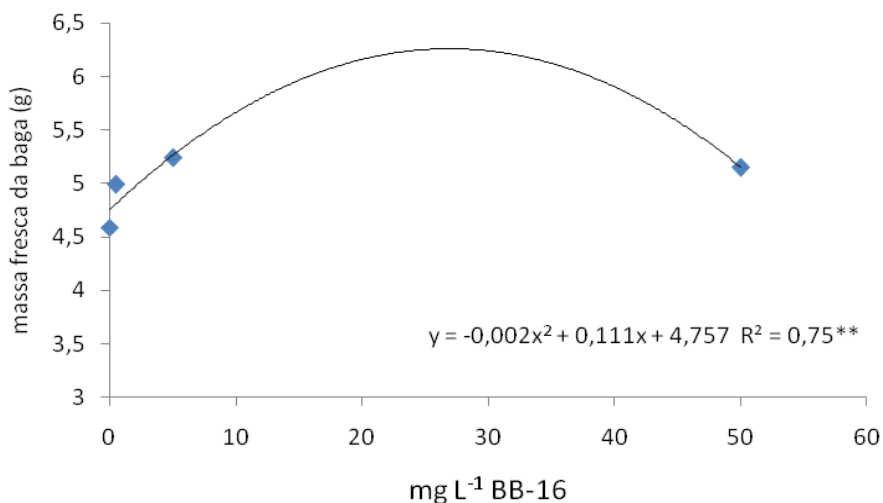


Figura 14 - Massa fresca da baga de videira ‘Niagara Rosada’, tratadas com BB-16, aos 95 dias após o florescimento, Ponta Grossa – PR, 2010. ** Significativo a $P \leq 0,01$.

O aumento do tamanho das bagas e peso após *véraison* é causada em grande parte por um acúmulo de água e açúcar e um aumento da expansão celular, facilitada pela significativa modificação da parede celular (NUNAN et al., 1998). Padrões de expressão de genes que codificam enzimas modificadoras da parede celular durante o desenvolvimento da baga da uva, mostram um aumento na

expressão de genes VvXET, que codificam xiloglucano endotransglicosilases (XETs), pós *véraison* (NUNAN *et al.*, 2001). Em soja (*Glycine max*), o gene BRU1, que codifica uma XET funcionais envolvidos na expansão e crescimento, tem sido demonstrado ser induzida por BRs (ZUREK & CLOUSE, 1994; OH *et al.*, 1998). Assim, em bagas de uva, os elevados níveis de BR durante o *véraison* podem promover um aumento no tamanho das bagas, pelo menos em parte, por regulação da expressão de gene VvXET. No entanto, a compreensão da maturação, está longe de ser completa, e o(s) mecanismo(s) pelo qual os BRs podem influenciar outros processos de amadurecimento são ainda desconhecidos (SYMONS *et al.*, 2006).

O processo de expansão celular envolve o relaxamento da parede celular seguido por um transporte osmótico da água para o interior da célula para a manutenção da pressão de turgidez, e a síntese de parede celular para manter a sua espessura. Acredita-se que cada uma dessas etapas seja modulada por BRs. Assim, os BRs afetam a absorção de água através de aquaporinas e da atividade da H⁺-ATPase vacuolar (SCHUMACHER *et al.*, 1999; MORILLON *et al.*, 2001). Além do alongamento celular, o BR também estimula a proliferação celular. A divisão celular induzida por citocinina tem sido relacionada com a expressão de uma ciclina tipo-D, a CYCD3. Foi também demonstrado que o 24-epibrassinolide promove o aumento da expressão do gene CYCD3, e que pode substituir a zeatina no crescimento de calos de *Arabidopsis* em culturas em suspensão (HU *et al.*, 2000).

Resultados obtidos por Pereira-Netto *et al.* (2006), também demonstraram que um fluoro derivado de 28-homocastasterona (5F-HCTS) estimula o alongamento de ramos em brotações cultivadas *in vitro* de *Malus prunifolia*, o porta-enxerto de maçã 'Marubakaido'. Além disso, que esta estimulação do alongamento dos ramos por BR é acompanhada por um aumento na liberação de etileno. No entanto, quando da presença do ácido 1-aminociclopropeno-1-carboxílico (ACC), o precursor imediato do etileno em plantas superiores, no meio de cultura ou de uma atmosfera enriquecida com etileno, resultou na inibição do alongamento do ramo, indicando que a estimulação do alongamento dos ramos observado, para os brotos tratados com 5F-HCTS neste estudo não foi, pelo menos diretamente, relacionados com a indução por BR do aumento na taxa de liberação de etileno. É possível que em doses elevadas de BRs impliquem na inibição do alongamento dos ramos através da estimulação da biossíntese de etileno e cianeto, especialmente se esse estímulo for

dependente da dose de BR, embora essa hipótese ainda precise ser testada. Relacionando esse incremento no tamanho e massa das bagas com um possível efeito do etileno, Chervin et al.(2008) obtiveram um aumento no diâmetro da baga da uva 'Cabernet Sauvignon' quando da aplicação de pequena dose de etileno ($4\mu\text{L L}^{-1}$), 8 semanas após o florescimento (SAF). Ainda, quando o tratamento foi realizado entre 2 a 7 SAF e entre 10 a 12 SAF, o diâmetro e a deformabilidade das bagas não foi afetada pelo etileno, revelando que as células foram sensíveis ao etileno principalmente no início do *véraison* (8 SAF). Estudando mais a fundo essas mudanças, estes mesmos autores perceberam que, entre muitas funções, o etileno regula a expressão de genes envolvidos na expansão celular ou amolecimento da baga da uva, como o xiloglucano endotransglicosilases (XETs), endopoligalacturonase, celulose sintase (CS), expansinas (EX) ou aquaporinas (AQUA), sendo estas últimas provavelmente envolvidas no transporte de água e de materiais para dentro das células.

6 CONCLUSÕES

1. A concentração testada de 5,0 mg L⁻¹ do análogo de BR, o BB-16, foi a que trouxe melhores resultados sobre a maturação da uva 'Niágara Rosada' promovendo uma antecipação e maior pigmentação das bagas em ambas as safras 2009 e 2010 e uma possível antecipação da colheita na safra 2009.
2. A aplicação exógena de BB-16 sobre as bagas incrementou o teor de sólidos solúveis na safra 2009, embora sem alterações na acidez e no pH das mesmas.
3. Em 2010 o BB-16 significativamente aumentou o tamanho e a massa das bagas da uva 'Niágara Rosada', mostrando ser interessante para o aumento da produtividade da uva.
4. São necessários estudos mais aprofundados sobre o efeito da aplicação de BRs não somente sobre as bagas da uva, como também sobre as folhas, verificando um possível efeito sobre a produção de açúcares. Também testar novas concentrações de BRs que se mostraram interessantes bem como estudos sobre a interação dos BRs com outros hormônios vegetais, principalmente com o etileno.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHERVIN, C.; EL-KEREAMY, A.; ROUSTAN J. P.; LATCHE L.; LAMON, J.; BOUZAYEN, M. Ethylene seems required for the berry development and ripening in grape, a non-climacteric fruit. **Plant Science**, 167: 1301–1305, 2004.
- CHERVIN, C.; TIRA-UMPHON, A.; TERRIER, N.; ZOUINE, M.; SEVERAC, D.; ROUSTAN, J-P. Stimulation of the grape Berry expansion by ethylene and effects on related gene transcripts, over the ripening phase. **Physiologia Plantarum**, 134: 534-546, 2008.
- CLOUSE, S. D.; SASSE, J. M. Brassinosteroids: Essential regulators of plant growth and development. **Annual Review of Plant Physiology. Plant Molecular Biology**, v.49, p. 427-451, 1998.
- COLL, M.F., JOMARRO'N, R.I.M., ROBAINA, R.C.M., ALONSO, B.E.M., CABRERA, P.M.T. **Polyhydroxyspirostanones as plant growth regulators**, PCT Int. Appl. CO 7J 71.100, AOIN 45.00 WO 97.13780, 1995.
- COOMBE, B. G.; HALE, C. R. The hormone content of ripening grape berries and the effects of growth substance treatments. **Plant Physiology** 51: 629–634, 1973.
- COOMBE, B. G. Research on development and ripening of the grape berry. **American Journal of Enology and Viticulture** 43, 101-110, 1992.
- COOMBE, B. G. Ripening berries – a critical issue. **Australian Viticulture** 5, 28-33, 2001.
- DAVIES, C.; BOSS, P. K.; ROBINSON, S. P. Treatment of grape berries, a nonclimacteric fruit with a synthetic auxin, retards ripening and alters the expression of developmentally regulated genes. **Plant Physiology** 115, 1155-1161, 1997.
- EINSET, J.; PRATT, C. **Grapes**. In: JANICK, J. & MOORE, J.N. *Advances in Fruit Breeding*. Purdue University Press, West Lafayette, p. 130-153, 1975.
- EICHORN, K. W.; LORENZ, D. H. Phaenologische Entwicklungsstadien der Rebe. *Nachrichtembl. astsch. Pflanzenschutzdienstes*. Braunschweig 29, 119-120, 1977.
- EL-KEREAMY, A.; CHERVIN, C.; ROUSTAN, J-P.; CHEYNIER, V.; SOUQUET, J-M.; MOUTOUNET, M.; RAYNAL, J.; FORD, C.; LATCHÉ, A.; PECH, J-C.; BOUZAYEN,

- M. Exogenous ethylene stimulates the long-term expression of genes related to anthocyanin biosynthesis in grape berries. **Physiologia Plantarum** 119: 175–182, 2003.
- EPAGRI. **Normas técnicas para o cultivo da videira em Santa Catarina**. Florianópolis, 2005. 67p. (Epagri. Sistemas de Produção, 33).
- ESTAT – Sistema para análises estatísticas, versão 2.0, Unesp – Jaboticabal, 1992.
- FAO (2007) <http://faostat.fao.org>
- FU, F. Q.; MAO, W. H.; SHI, K.; ZHOU, Y. H.; ASAMI, T.; YU, J. Q. A role of brassinosteroids in early fruit development in cucumber. **Journal of Experimental Botany**, Vol. 59, No. 9, pp. 2299–2308, 2008.
- FUJIOKA, S.; YOKOTA, T. Biosynthesis and metabolism of brassinosteroids. **Annual Review of Plant Biology**, v. 54, p. 137-164, 2003.
- GÁRATE, J. L. M.; MAGALHÃES, G. C. de; ROMEIRO, L. A. S. SÍNTESE DE ANÁLOGO DE BRASSINOESTERÓIDE A PARTIR DE VESPERTILINA. **Química Nova**, vol. 21, n.6, 1998.
- GAYET, J. P. Características das frutas de exportação. In: GORGATTI NETTO, A. et al. **Uvas para exportação: procedimentos de colheita e pós-colheita**. Brasília: Embrapa-SPI, 1993. 40p. (Série Publicações Técnicas Frupex, 2).
- HAWKER, J. S. Changes in the activities of malic enzyme, malic dehydrogenase, phosphopyruvate carboxylase and pyruvate decarboxylase during the development of a non-climacteric fruit (the grape). **Phytochemistry** 8, p. 19-23, 1969.
- HU, Y.; BAO, F.; LI, J. Promotive effect of brassinosteroids on cell division involves a distinct CycD3-induction pathway in *Arabidopsis*. **Plant Journal**, 24: 693-701, 2000.
- IBGE. **Produção Agrícola Municipal: culturas temporárias e permanentes**, Rio de Janeiro, v.33, p.1-133, 2006.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: *Métodos químicos e físicos para análise de alimentos*, 3. ed. São Paulo: IMESP, p.21- 27, 1985.
- JENSEN, F. L.; KISSLER, J. J.; PEACOCK, W. L.; LEAVITT, G. M. Effect of ethephon on color and fruit characteristics of “Tokay” and “Emperor” table grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**, 26, 79-81, 1975.
- KATAOKA, I.; SUGLURA, A. UTSUNOMIYA, N.; TOMANA, I. Effect of abscisic acid and defoliation on anthocyanin accumulation in kioto grapes (*Vitis vinifera* L. x *V. labruscana* Bailey). **Vitis**, 21, p.325-332, 1982.

- KHRIPACH, V. A. Synthesis of Brassinosteroids. **Pure & Applied Chemistry**, 62, 1319, 1990.
- KHRIPACH, V. A.; ZHABINSKII, V. N.; GROOT, A. E. Brassinosteroids – A new class of plant hormones. **Academic Press**, San Diego, 1999.
- KÜHN, C.; FRANCESCHI, V. R.; SCHULZ, A.; LEMOINE, R.; FROMMER, W. B. Macromolecular trafficking indicated by localization and turnover of sucrose transporters in enucleate sieve elements. **Science**. 275, p.1298-1300, 1997.
- LAVEE, S.; NIR, G. Grape, In: **CRC Handbook of fruit set and development**, CRC press, Boca raton, FL, p.167-191, 1986.
- LEÃO, P.C.S. **Cultivo da videira**. Petrolina: EMBRAPA Semiárido, 2004. <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/CultivodaVideira/tratos.htm>. Acesso em 28/01/2011.
- LEE, J. C.; TOMANA, T.; UTSUNOMIYA, N.; KATAOKA, I. Physiological studies on the anthocyanin development on grape. I. Effect of fruit temperature on the anthocyanin development in Kyoto grape. **Journal of Korean Society of Horticultural Science**. 20, p. 55-65, 1979.
- MANICA, I.; POMMER, C. V. Editores. **Uva: do plantio a produção, pós colheita e mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2006. 185p.
- MELLO, L. M. R. de; **Vitivinicultura brasileira: Panorama 2009**. Embrapa Uva e Vinho. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/prodvit2009vf.pdf>
- MELLO, L. M. R. de; **Atuação do Brasil no Mercado Vitivinícola Mundial: Panorama 2009**. Embrapa Uva e Vinho. Disponível em: <http://www.cnpuv.embrapa.br/publica/artigos/mercextvi2009vf.pdf>
- MINOLTA CORP. **Precise color communication**: color control from feeling to instrumentation. Ramsey: Minolta Corporation Instrument Systems Division, 1994.
- MITCHELL, J. W.; MANDAVA, N. B.; WORLEY, J. F.; PLIMMER, J. R.; SMITH, M. V. Brassins: A new family of plant hormones from rape pollen. **Nature**, 225, p.1065-1066, 1970.
- MORILLON, R.; CATTEROU, M.; SANGWAN, R.S.; SANGWAN, B.S.; LASSALES, J.P. Brassinolide may control aquaporin activities in *Arabidopsis thaliana*. **Planta** 212: 199-204, 2001.
- NUNAN, K. J.; DAVIES, C.; ROBINSON, S.P.; FINCHER, G.B. Expression patterns of cell wall-modifying enzymes during grape berry development. **Planta** 214: 257–264, 2001.

- NUNAN, K.J.; SIMS, I. M.; BACIC, A.; ROBINSON, S.P.; FINCHER, G. B. Changes in cell wall composition during ripening of grape berries. **Plant Physiology** 118: 783–792, 1998.
- OH, M-O; ROMANOV, W. G.; SMITH, R. C.; ZAMSKI, E.; SASSE, J.; CLOUSE, S. D. Soybean BRU1 encodes a functional xyloglucan endotransglycosylase that is highly expressed in inner epicotyl tissues during brassinosteroid promoted elongation. **Plant Cell Physiology** 39: 124–130, 1998.
- PEREIRA-NETTO, A. B.; CRUZ-SILVA, C. T. A.; SCHAEFER, S.; RAMÍREZ, J.A.; GALAGOVSKY, L. R. Brassinosteroid stimulated branch elongation in the Marubakaido Apple rootstock. **Trees-Structure and Function** 20:286–291, 2006.
- PIRIE, A.; MULLINS, M. G. Interrelationships of sugars, anthocyanins, total phenols and dry weight in the skin of grape berries during ripening. **American Journal of Enology and Viticulture**. 28, p.204-209, 1977.
- POSSNER, D.; RUFFNER, H. P.; RAST, D. M. Isolation and biochemical characterization of grape malic enzyme. **Planta** 151, p. 549-554, 1981.
- RUFFNER, H. P.; POSSNER, D.; BREM, S.; RAST, D. M. **Ruffner HP, Possner D, Brem S, Rast, DM** (1984) The physiological role of malic enzyme in grape ripening. **Planta** 160, p. 444-448, 1984.
- SCHUMACHER, K.; VAFEADOS, D. MCCARTHY, M.; SZE, H.; WILKINS, T.; CHORY, J. The *Arabidopsis det3* mutant reveals a central role for the vacuolar H⁺-ATPase in plant growth and development. **Genes Dev.** 13: 3259-3270, 1999.
- SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of Fruit Ripening**. Chapman and Hall, London, 1993.
- SOUSA, J. S. I. de; MARTINS, F. P. **Viticultura brasileira: principais variedades e suas características**. Piracicaba: FEALQ, 2002, 368p.
- SOUZA, J. S. I. **Uvas para o Brasil**. São Paulo: Melhoramentos, 1996, 445p.
- SYMONS, G. M.; DAVIES, C.; SHAVRUKOV, Y.; DRY, I. B.; REID, J. B.; THOMAS, M. R. Grapes on Steroids. Brassinosteroids are involved in Grape Berry Ripening. **Plant Physiology**. v. 140, p. 150-158, 2006.
- SYMONS, G. M.; REID, J. B. Brassinosteroids do not undergo longdistance transport in pea: implications for the regulation of endogenous brassinosteroid levels. **Plant Physiology** 135: 2196–2206, 2004.
- TAIZ, L.; ZEIGER, T. **Fisiologia Vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed. p. 682-699, 2009.

- TIRA-UMPHON, A. **Influence of the ethylene on the grape berry development and related-gene expression.** Thèse (Doctorat) INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE TOULOUSE, 2008, 128p.
- TOMANA, I.; UTSUNOMIYA, N.; KATAOKA, I. The effect of environmental temperatures on fruit ripening on the tree. II. The effect of temperatures around whole vines and clusters on coloration of Kioto grapes. **Journal of Korean Society of Horticultural Science**, 48, p.261-266, 1979.
- VARDHINI, B. V.; RAO, S. S. R. Acceleration of ripening of tomato pericarp discs by brassinosteroids. **Phytochemistry** 16, p. 843–847, 2002.
- WICKS, A. S.; KLIEWER, W. M. Further investigations into relationships between anthocyanins, phenolics and soluble carbohydrates in grape berry skins. **American Journal of Enology and Viticulture**, 34, p.114-116, 1983.
- WINKLER, A. J.; COOK, J. A.; KLIEWER, W. M.; LIDER, L. A. **General Viticulture.** University of California Press, Berkeley, 1974.
- YU, J. Q.; HUANG, L. F.; HU, W. H.; ZHOU, Y. H.; MAO, W. H.; YE, S. F.; NOGUÉS, S. A role for brassinosteroids in the regulation of photosynthesis in *Cucumis sativus*. **Journal of Experimental Botany**, vol. 55, No. 399, p. 1135-1143, May 2004.
- ZULLO, M.A.T., KOHOUT, L., DE AZEVEDO, M.B.M., Some notes on the terminology of brassinosteroids. **Plant Growth Regulation**, 39, p. 1–11, 2003.
- ZUREK, D. M.; CLOUSE, S. D.; Molecular cloning and characterisation of a brassinosteroid-regulated gene from elongating soybean (*Glycine Max* L.) epicotyls. **Plant Physiology** 104: 161–170, 1994.