



Foto: Patricia Coelho de Souza Leao

14

*Fisiologia,
Tecnologia e
Manejo Pós-Colheita*

Maria Auxiliadora Coêlho de Lima

14.1 Introdução

A qualidade e conservação pós-colheita são diretamente dependentes dos procedimentos, técnicas e manejos adotados desde o início do ciclo produtivo da videira. Estes elementos atuam sobre o metabolismo das bagas, determinando o potencial de síntese e degradação de compostos químicos associados à cor, sabor, aroma, consistência e firmeza dos tecidos. Por conseguinte, as estratégias de armazenamento e comercialização das uvas de mesa, bem como os procedimentos para vinificação ou outro tipo de processamento, nas uvas utilizadas para este fim, devem ser orientados pelas características do produto colhido.

O conhecimento mais amplo possível das alterações que ocorrem nas bagas desde o crescimento até a senescência, especialmente a partir da maturação, e dos fatores que atuam sobre elas é fundamental para que sejam atendidos os requisitos de qualidade exigidos por diferentes perfis de consumidores. Tais informações subsidiam a decisão de práticas e técnicas de conservação pós-colheita mais adequadas a cada realidade. Para as uvas de mesa destinadas à exportação, os padrões de qualidade são aperfeiçoados continuamente, agregando elementos diferenciais que condicionam a permanência do produtor no mercado. Neste caso, a monitorização e o controle das condições de armazenamento e dos insumos utilizados nas práticas de pós-colheita ampliam o potencial competitivo e preservam as propriedades sensoriais da uva.

14.2 Desenvolvimento e maturação das bagas

Na uva, o alongamento da baga segue, em geral, uma curva de crescimento sigmoidal dupla (WINKLER et al., 1974), caracterizada por três fases distintas (Figura 1). Basicamente, cada uma das duas curvas sigmoides consecutivas apresenta um crescimento muito rápido, que é seguido por uma desaceleração (COOMBE, 1976). A fase inicial (fase I) caracteriza-se por um aumento em tamanho e massa do pericarpo (casca) e da semente, enquanto os embriões permanecem pequenos. As bagas se mostram de cor verde e firmes, com alta taxa respiratória. Na fase II, a taxa de crescimento total é bastante reduzida, o embrião, geralmente, atinge o tamanho máximo e as bagas começam a acumular açúcares e a mudar de cor. Na fase final, ocorrem expansão celular e o desenvolvimento de características físicas, químicas e sensoriais típicas do fruto maduro (WINKLER et al., 1974).

Em algumas situações, o crescimento da baga da uva pode apresentar duas (COOMBE, 1980; STAUDT et al., 1986) ou quatro fases (COOMBE; BISHOP, 1980). Porém, independente disto, a última fase caracteriza a maturação dos frutos, quando

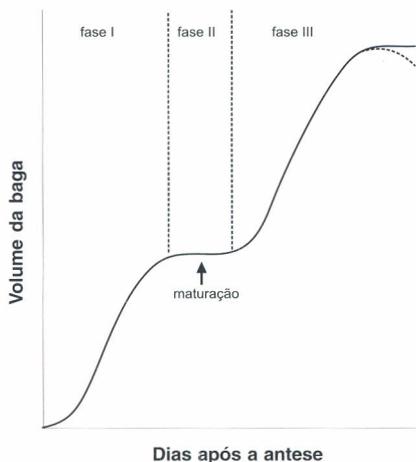


Figura 1. Curva sigmoideal dupla relativa ao aumento do volume da baga de uva a partir da antese, caracterizada por três fases de crescimento.

Fonte: adaptado de Coombe (1992).

as células atingem seu tamanho máximo e adquirem a composição característica da cultivar. No final desta fase, são observadas mudanças qualitativas e, em alguns casos, quantitativas, que resultam no amadurecimento (KAYS, 1991).

Os eventos mais importantes no desenvolvimento e maturação da uva são as mudanças na cor e no amaciamento das bagas (WINKLER et al., 1974; HRAZDINA et al., 1984). A velocidade e a época em que essas mudanças ocorrem são influenciadas por fatores ambientais, como energia solar, temperatura e umidade relativa do ar, disponibilidade de nutrientes no solo, entre outros, e têm acentuada influência no desenvolvimento da planta e de seus órgãos (KAYS, 1991), inclusive do fruto (HRAZDINA et al., 1984), repercutindo na conservação pós-colheita.

Além da cor e do amaciamento das bagas, várias outras mudanças caracterizam a maturação e, principalmente, o amadurecimento da uva. Muitas destas mudanças são independentes umas das outras e, em conjunto, determinam a aparência, o sabor, o aroma e a firmeza da uva (KAYS, 1991; WILLS et al., 1998).

14.2.1 Alterações fisiológicas e bioquímicas

Várias mudanças fisiológicas e bioquímicas ocorrem durante o desenvolvimento e a maturação das bagas. Estas mudanças resultam da síntese e da degradação de diferentes compostos, influenciadas, principalmente, pela idade fisiológica dos tecidos, por fatores ambientais e pelo manejo adotado no parreiral. Aquelas que afetam mais diretamente a qualidade e a conservação pós-colheita dos cachos envolvem diferentes grupos de compostos, como açúcares solúveis, ácidos orgânicos, fenólicos, pigmentos, substâncias pécticas, açúcares neutros da parede celular e voláteis. Deve-se destacar, ainda, a atuação de grupos bastante diversos de enzimas, como hidrolases e oxidases, cuja atividade desencadeia eventos determinantes da composição química da uva madura.

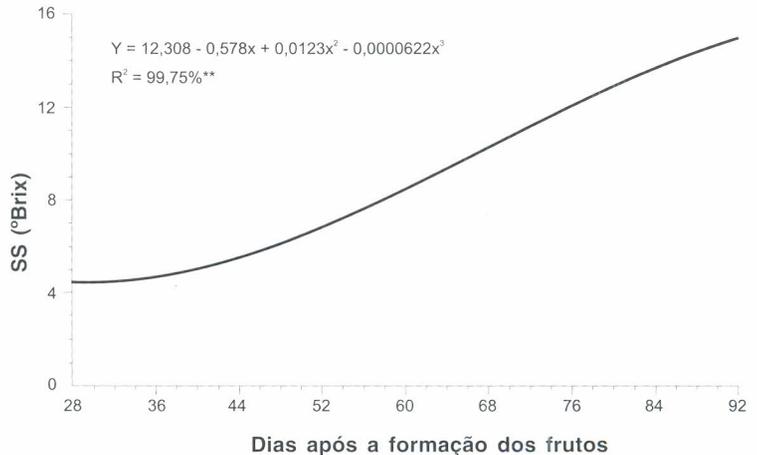
Neste capítulo, serão tratadas as alterações relativas aos sólidos solúveis, notadamente açúcares solúveis e ácidos orgânicos, aos compostos fenólicos, pigmentos, substâncias pécticas e voláteis, bem como ao amaciamento da polpa e à atividade de enzimas oxidativas.

14.2.1.1 Sólidos solúveis

O conteúdo de sólidos solúveis (SS) dissolvidos no suco extraído da polpa tem sido utilizado como índice de maturidade para muitos frutos, uma vez que, durante a maturação, ocorre aumento característico. Este acréscimo é atribuído, principalmente, à hidrólise de carboidratos de reserva acumulados durante o crescimento do fruto, resultando na produção de açúcares (KAYS, 1991; WILLS et al., 2007).

Nas condições de cultivo do Submédio do Vale do São Francisco, o teor de SS da uva 'Itália' aumenta consideravelmente por volta do 43º dia após a frutificação (Figura 2), caracterizando o início da maturação das bagas (LIMA et al., 2000b).

Figura 2. Teor de sólidos solúveis (SS), expresso em °Brix, da uva 'Itália' durante o desenvolvimento e amadurecimento. Petrolina, PE, 1998.
**Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.
Fonte: Lima et al. (2000b).



De maneira semelhante, o teor de SS da cultivar Sugaone também exibe expressivo aumento a partir do início da maturação, tendendo a uma estabilização a partir do 64º dia após o início da frutificação (Figura 3). Ao final do período, o teor de SS atingiu 15,5 °Brix, em média, atendendo aos requisitos mínimos exigidos pelos principais mercados (SANTOS et al., 2004).

Para as principais cultivares de uva para vinho produzidas na região, Syrah, Cabernet Sauvignon, Tannat, Moscato Canelli e Chenin Blanc, verifica-se uma tendência geral de maior acúmulo de SS no segundo semestre do ano (LIMA et al., 2004a, 2005), influenciado pelas mais altas temperaturas do ar e maior quantidade

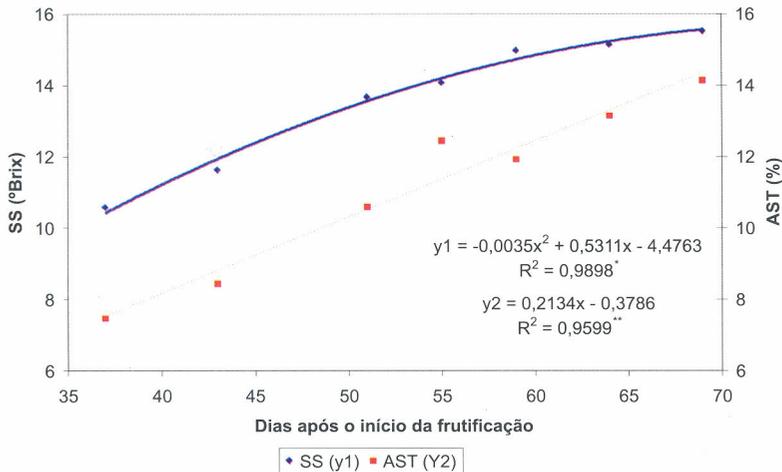


Figura 3. Teores de sólidos solúveis (SS), expressos em °Brix, e de açúcares solúveis totais (AST), expressos em percentagem, da uva 'Sugraone' durante a maturação. Petrolina, PE, 2003.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

Fonte: Santos et al. (2004).

de radiação global. As cultivares Syrah e Moscato Canelli podem ser destacadas como as que apresentam os teores de SS mais altos, podendo atingir 25 °Brix e 27 °Brix, respectivamente (Figura 4).

Após um aumento considerável, a curva de SS tende à estabilização, que é dependente da cultivar, do tamanho da baga, da produção da planta e das condições climáticas (COOMBE, 1992). No entanto, variações no teor de SS nas uvas maduras podem ocorrer em função da perda de água da baga, que aumenta a concentração dos solutos, ou pelo aumento da absorção de água após uma chuva ou irrigação. É possível, ainda, que haja perda de solutos, decorrente do transporte para outros tecidos ou partes da planta, bem como por altas atividades respiratórias e transpiratórias.

14.2.1.2 Açúcares

Os açúcares estão presentes nos frutos e hortaliças na forma livre ou ligados a outras moléculas. No último caso, atuam como componentes estruturais, principalmente da parede celular. Na forma livre, os açúcares são os principais constituintes dos sólidos solúveis presentes no mesocarpo (polpa).

Os principais açúcares existentes nas uvas da espécie *Vitis vinifera* L. são glicose e frutose (RIBÉREAU-GAYON; PEYNAUD, 1971; WINKLER et al., 1974). Estes, geralmente, representam 99% ou mais dos açúcares solúveis totais (AST) presentes no mosto e 12% a 27% ou mais da massa da baga, durante a maturação

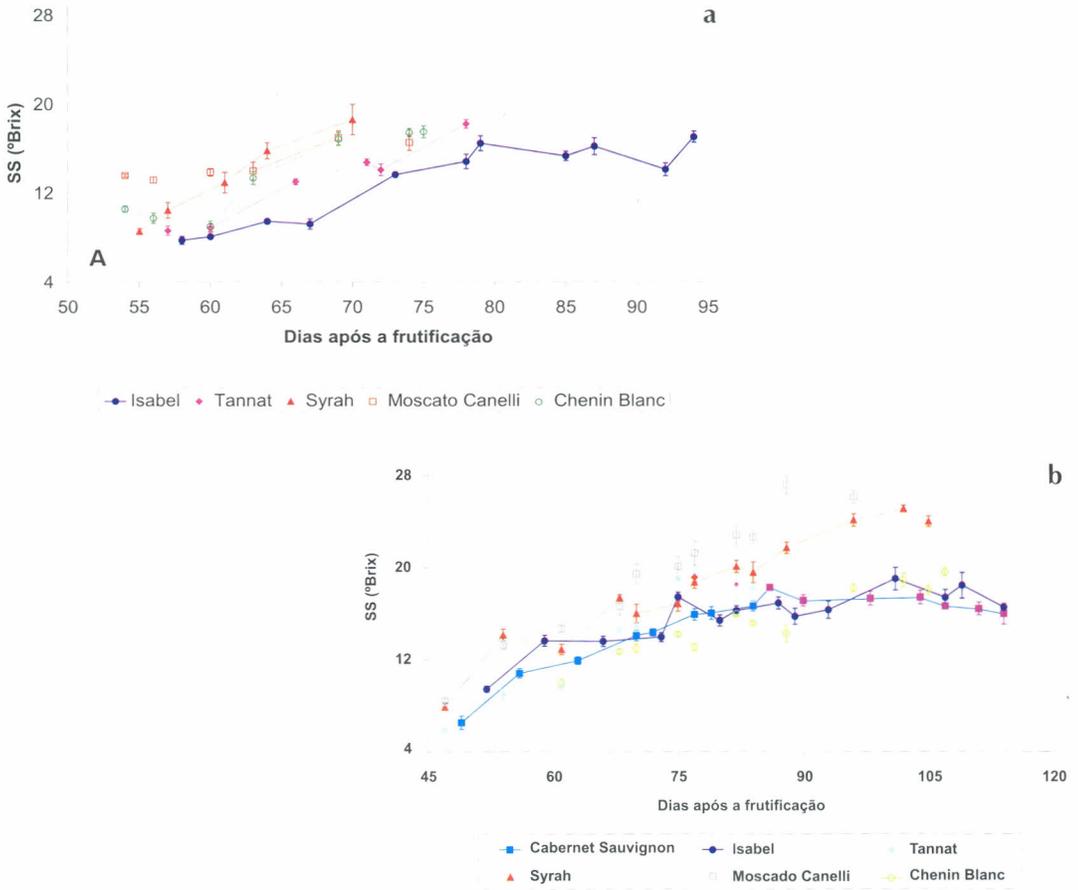


Figura 4. Teor de sólidos solúveis (SS), expresso em °Brix, de cultivares de uva para vinho durante a maturação, nas safras de 1º (a) e 2º (b) semestres. Juazeiro, BA, 2003 (as barras verticais representam os erros-padrões da média).

Fonte: Lima et al. (2004a).

(WINKLER et al., 1974). Segundo Hrazdina et al. (1984), as concentrações de glicose e frutose são, aproximadamente, 30 vezes maiores que as de sacarose.

À medida que a uva vai amadurecendo, a percentagem de AST aumenta (COOMBE, 1980, 1989; SOUZA, 1996; SANTOS et al., 2004). No início do desenvolvimento, os dois principais açúcares estão em quantidades aproximadamente iguais, com ligeiro predomínio de frutose (RIBÉREAU-GAYON; PEYNAUD, 1971). Em seguida, ambos aumentam a taxas equivalentes (COOMBE, 1987). Porém, em uvas maduras, a concentração de glicose pode ser duas vezes maior que a de frutose (RIBÉREAU-GAYON; PEYNAUD, 1971; COOMBE, 1987). O acúmulo de ambos começa quando inicia o amaciamento da baga e aumenta linearmente, apesar de a taxa de incremento no volume da baga ser bastante variável (COOMBE, 1989). Além disso, o teor de açúcares por baga pode continuar a aumentar mesmo após o aumento no volume ter cessado (COOMBE, 1980).

O conteúdo de AST varia com a cultivar e o ano de cultivo (SOUZA, 1996). Coombe (1980) encontrou, em diferentes cultivares, teores de 18% a 25%, sendo observados valores de até 30% em bagas pequenas.

Para a uva 'Sugraone' cultivada no Submédio do Vale do São Francisco, Santos et al. (2004) verificaram que o teor de AST aumentou linearmente durante a maturação, tendo apresentado, por ocasião da colheita, teores de 14,1%, o que representava 91% dos SS existentes na baga (Figura 3). A mesma proporção foi observada em uvas 'Crimson Seedless' colhidas quando o teor de SS atingiu 15,5 °Brix (SÁ, 2004).

Para algumas cultivares de uva para vinho produzidas nessa região, como a 'Syrah', os teores de AST nas bagas maduras são de, aproximadamente, 21 g.100 g⁻¹ ou 21% (Figura 5). Para 'Tannat', estes teores são de, aproximadamente, 17 g.100 g⁻¹ (LIMA et al., 2005).

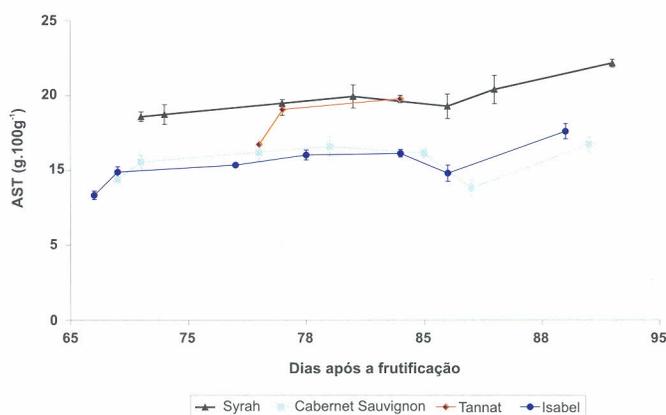


Figura 5. Teor de açúcares solúveis totais (AST), expresso em g.100 g⁻¹, durante a maturação de cultivares de uvas para vinho tinto produzidas no segundo semestre de 2004, Juazeiro, BA, 2004 (as barras verticais representam os erros-padrões da média).

Fonte: Lima et al. (2005).

Considerando que, para a obtenção de 1°GL de álcool, são necessários 17 g.L⁻¹ de açúcares na uva, e que o ideal para a conservação e qualidade do vinho é que o mesmo contenha 12 °GL, a uva madura para vinificação deve conter mais de 20% de açúcares. Este valor equivaleria a cerca de 22 °Brix. Atendendo a este requisito, evitar-se-ia a correção do grau alcoólico do vinho por meio da adição de açúcar de outra fonte além daquela existente naturalmente na uva (GUERRA, 2005).

14.2.1.3 Ácidos orgânicos

Os principais ácidos presentes na polpa da uva são o tartárico e o málico, constituindo pelo menos 90% da acidez titulável (AT). O terceiro ácido mais abundante é o cítrico, embora durante a maturação, geralmente, seu conteúdo seja

de apenas 0,02% a 0,03% (RIBÉREAU-GAYON; PEYNAUD, 1971; WINKLER et al., 1974; HRAZDINA et al., 1984; MULLINS et al., 1992; DIAKOU et al., 2000).

Nos estádios iniciais de desenvolvimento das bagas, o teor de ácido tartárico permanece constante, em torno de 1% do total dos constituintes do suco (HRAZDINA et al., 1984). As maiores concentrações são registradas ainda durante o desenvolvimento das bagas, havendo queda a, aproximadamente, metade do valor original com a evolução deste estádio (COOMBE, 1987).

Em bagas ainda imaturas, o malato é o soluto mais abundante na polpa, como consequência não só do transporte oriundo de outros tecidos, mas, também, da síntese localizada na polpa. Contudo, com a evolução da maturação, os teores são reduzidos a proporções comparáveis com o incremento nas concentrações de glicose e frutose (COOMBE, 1987).

A taxa de degradação de malato é influenciada pelas condições climáticas durante o amadurecimento. Temperaturas elevadas resultam em bagas com menor acidez, devido ao aumento na degradação de ácido málico (KANELLIS; ROUBELAKIS-ANGELAKIS, 1993) e a mudanças na taxa de permeabilidade da membrana do vacúolo celular ao malato (KNEE et al., 1991).

Também ocorre decréscimo nos níveis de tartarato durante o amadurecimento (WINKLER et al., 1974; COOMBE, 1987), embora o processo seja muito mais lento (WINKLER et al., 1974). A mais rápida utilização do ácido málico na respiração e a existência, na uva, de muitas enzimas que atuam no seu metabolismo podem explicar a redução mais acentuada deste ácido (WINKLER et al., 1974). No entanto, a relação entre tartarato e malato varia consideravelmente entre as cultivares de uva (KANELLIS; ROUBELAKIS-ANGELAKIS, 1993).

Em uva, no início do desenvolvimento, observa-se um período relativamente curto de aumento na AT. Na cultivar 'Itália', Lima et al. (2000b) observaram aumento inicial de 3,60 para 4,35 g de ácido tártarico.100 mL⁻¹ de suco (ou de 3,60% para 4,35% de ácido tartárico) até aproximadamente o 35º dia após a frutificação (Figura 6). A partir daí, houve decréscimo contínuo até o amadurecimento, quando as bagas apresentavam 0,92 g de ácido tártarico.100 mL⁻¹ de suco.

A cultivar Sugaone, por sua vez, apresenta AT bastante inferior à da Itália (Figura 7). Durante a maturação, a AT diminuiu de 1,2% de ácido tartárico, aproximadamente, para 0,5% aos 64 dias após a frutificação, quando se verificou uma estabilização (SANTOS et al., 2004). Na cultivar Crimson Seedless, a AT das bagas maduras foi de, aproximadamente, 0,6% (SÁ, 2004).

A queda mais pronunciada na AT das principais cultivares de uva para vinho produzidas no Submédio do Vale do São Francisco foi observada em 'Moscatto

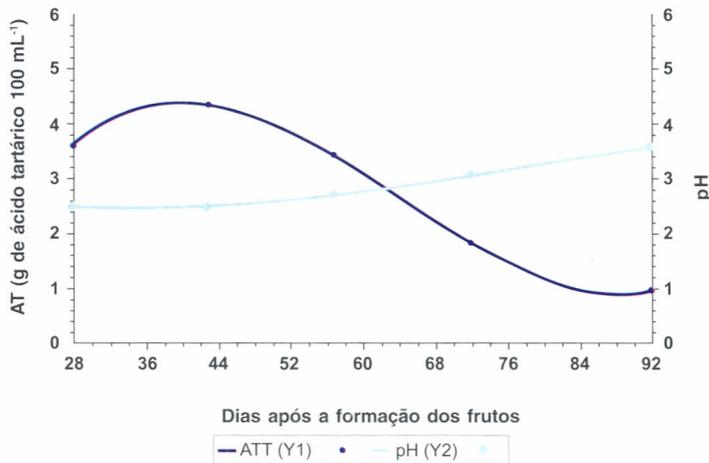


Figura 6. Acidez titulável (AT), expressa em g de ácido tartárico.100 mL⁻¹, e pH de uva 'Itália' durante o desenvolvimento e amadurecimento, Petrolina, PE, 1998.

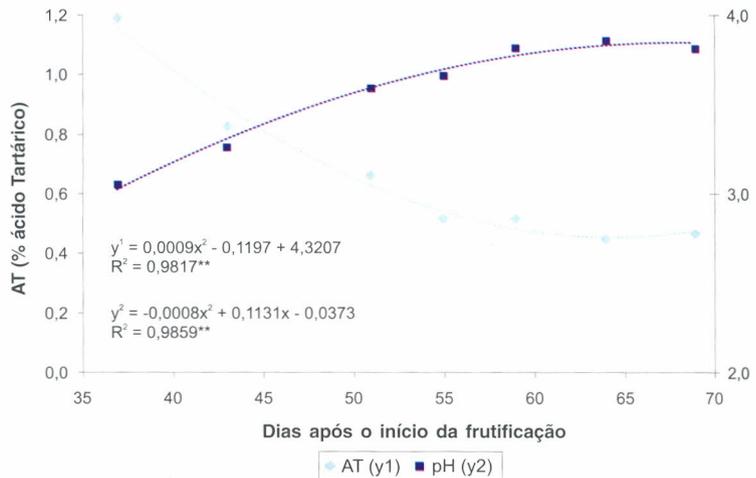
** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

Fonte: Lima et al. (2000b).

Figura 7. Acidez titulável (AT), expressa em porcentagem de ácido tartárico, e pH de uva 'Sugraone' durante a maturação, Petrolina, PE, 2003.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

Fonte: Santos et al. (2004).



Canelli' (Figura 8). A AT registrada nas uvas maduras dessa cultivar variou de 0,50% a 0,80% de ácido tartárico, no ciclo do primeiro semestre, e de 0,55% a 0,75%, no ciclo do segundo semestre (LIMA et al., 2004a).

O conhecimento sobre a evolução dos ácidos orgânicos, assim como dos açúcares, permite escolher a melhor época de colheita, verificar o potencial de cada cultivar para a produção de vinho e definir os procedimentos adotados na vinificação (GUERRA et al., 1992). No que se refere à AT, valores relativamente baixos nas uvas maduras de algumas cultivares são indicativos da obtenção de vinhos jovens. No caso de uvas de mesa, conhecendo-se a AT e os teores de açúcares, pode-se programar adequadamente a colheita e prever o potencial de armazenamento.

A explicação para o decréscimo na concentração de ácidos orgânicos, que determina a AT, pode envolver quatro processos (RUFFNER et al., 1983), que podem, inclusive, atuar em conjunto, dependendo do tipo de ácido considerado. São eles:

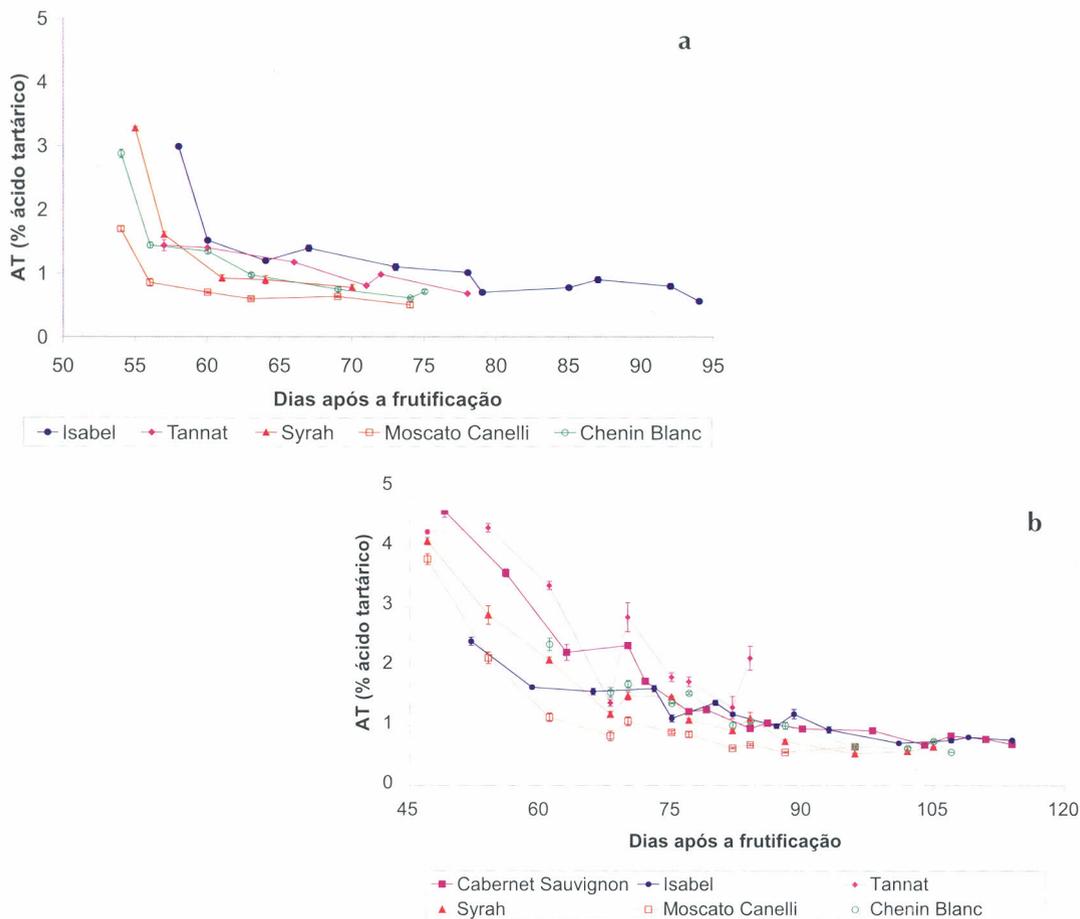


Figura 8. Acidez titulável (AT), expressa em porcentagem de ácido tartárico, de cultivares de uvas para vinho durante a maturação, nas safras de 1º (a) e 2º (b) semestres de 2003, Juazeiro, BA (as barras verticais representam os erros-padrões da média).

Fonte: Lima et al. (2004a).

- Diluição da concentração de ácidos resultante do aumento no volume de água.
- Degradação destes ácidos.
- Inibição da síntese.
- Transformação de ácidos orgânicos em açúcares.

Em decorrência do metabolismo dos principais ácidos, associado ao acúmulo de cátions, o pH das bagas de uva também sofre mudanças expressivas até o completo amadurecimento (HRAZDINA et al., 1984). O aumento gradual do pH nesse estágio reflete a conversão dos ácidos livres em sais (WINKLER et al., 1974). Nas uvas 'Itália' e 'Sugraone', por exemplo, o aumento de pH é mais evidente por volta do início da maturação (Figuras 6 e 7) (LIMA et al, 2000b; SANTOS et al., 2004).

14.2.1.4 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos constituem uma das principais classes de metabólitos secundários, possuindo funções e estruturas diversas (ROBARDS et al., 1999). Seus principais representantes são: os ácidos cinâmicos e seus derivados, dos quais se destaca o ácido clorogênico; as flavanas; as antocianidinas e antocianinas; os flavonóis e suas formas glicosídicas; os polifenóis condensados, e outros menos comuns, como flavonas, flavononas e isoflavonas (BUREN, 1970).

A ingestão de compostos fenólicos por meio do consumo de frutas frescas, como a uva, ou de seus derivados, é benéfica à saúde humana, vez que possuem propriedades antioxidantes e não são sintetizados pelos mamíferos (IANSSEN et al., 2002).

Em uvas, eles contribuem significativamente para a cor, sabor e aroma da baga, bem como dos vinhos e demais produtos processados (KANELLIS; ROUBELAKIS-ANGELAKIS, 1993).

Os compostos fenólicos presentes nas uvas compreendem derivados do ácido hidroxinâmico, como os ácidos cafeico e cumárico; flavonoides (como as antocianinas); flavonóis (MULLINS et al., 1992) e as proantocianidinas (também conhecidas como taninos). Podemos destacar os taninos pela característica de favorecer o sabor e o aroma das uvas de mesa, dos sucos de uva e do vinho (WINKLER et al., 1974). Nas uvas tintas, os taninos adstringentes estão presentes em maiores proporções, participando ativamente do sabor e da conservação dos vinhos tintos (AWAD, 1993).

Uvas vermelhas também são ricas em resveratrol (3,5,4-trihidroxiestilbeno), um composto fenólico sintetizado na casca, com importantes funções antioxidantes, anti-inflamatórias e estrogênicas e que atua na prevenção de doenças cardiovasculares e de cânceres (FRÉMONT, 2000).

A adstringência dos frutos é, até certo limite, determinada pelos taninos, mas pode ser influenciada pela presença de polissacarídeos, antocianinas e etanol, que podem interagir entre si. Corresponde a uma sensação tátil, resultante da capacidade de essas substâncias de massa molar intermediária (fenólicos oligoméricos) formar complexos insolúveis com proteínas e mucopolissacarídeos da saliva (VIDAL et al., 2004).

Nos frutos, os compostos fenólicos estão presentes em diferentes graus de polimerização e podem ser separados em frações, conforme suas solubilidades em solventes orgânicos puros ou diluídos. A fração solúvel em metanol absoluto contém compostos simples, de baixa massa molar, denominados dímeros. A fração solúvel

em metanol diluído contém os compostos de massa molar intermediária (fenólicos oligoméricos). A fração solúvel em água, correspondente aos fenólicos poliméricos, contém flavolanas que estão firmemente ligadas aos polissacarídeos da parede celular ou a outros polímeros de massa molar superior às duas outras frações (FILGUEIRAS; CHITARRA, 1988).

Em nível subcelular, os fenólicos localizam-se principalmente nos vacúolos, havendo pequenas quantidades no espaço livre, mas estão ausentes no citoplasma. Em alguns casos, verifica-se acúmulo de alguns tipos de fenólicos na parede celular (ROBARDS et al., 1999).

Sua distribuição é variável entre as espécies vegetais, entre suas cultivares e até mesmo entre as diferentes partes de uma mesma planta. Comparado a outros tecidos, os níveis de fenólicos nos frutos são relativamente baixos, mas podem ser significativos na determinação da qualidade (TUCKER, 1993). Em uva, o engaço (ráquis) é particularmente rico em fenólicos (RIBÉREAU-GAYON; PEYNAUD, 1971). Nas bagas, eles compõem os sólidos solúveis, contribuindo com cerca de 1% na polpa, 5% no suco e 25% na casca, para as cultivares brancas, ou 50%, no caso das vermelhas. Os 49%–69% restantes são encontrados nas sementes (SINGLETON, 1966).

Nas sementes de uva, os taninos são, principalmente, constituídos de catequina, epicatequina e epicatequina galato (MOUTOUNET et al., 1996). Mudanças nos teores de epicatequina e catequina atingem um máximo com a mudança de cor das bagas e o início do amaciamento, sendo que as quantidades relativas variam entre cultivares (ROMEYER et al., 1986).

Na casca, onde o teor de taninos aumenta em correspondência à modificação da cor (WINKLER et al., 1974), estes compostos possuem unidades de epigallocatequina e apresentam maior grau de polimerização do que aqueles das sementes (MOUTOUNET et al., 1996).

Na polpa, a adstringência diminui durante a maturação, possivelmente por causa da menor solubilidade das flavanas condensadas presentes no meio e da sua ligação a outros compostos celulares (BUREN, 1970). Segundo Aziz e Yusof (1994), o aumento nos teores de açúcares também contribui para a redução na adstringência. De maneira semelhante, a adstringência dos vinhos tintos diminui gradualmente durante o envelhecimento (VIDAL et al., 2004).

Durante a maturação, Wissemann e Lee (1980) registraram decréscimo no teor de fenóis, a partir da mudança de cor e início do amaciamento das bagas até a colheita, em onze cultivares de uva. Na cultivar Itália, Lima et al. (2000b) verificaram que o teor de fenóis diminuiu de 0,78% da matéria fresca, ainda durante o desenvolvimento da baga, para 0,51%, no início da maturação. A partir daí, observou-se praticamente uma estabilização do teor de fenóis (Figura 9).

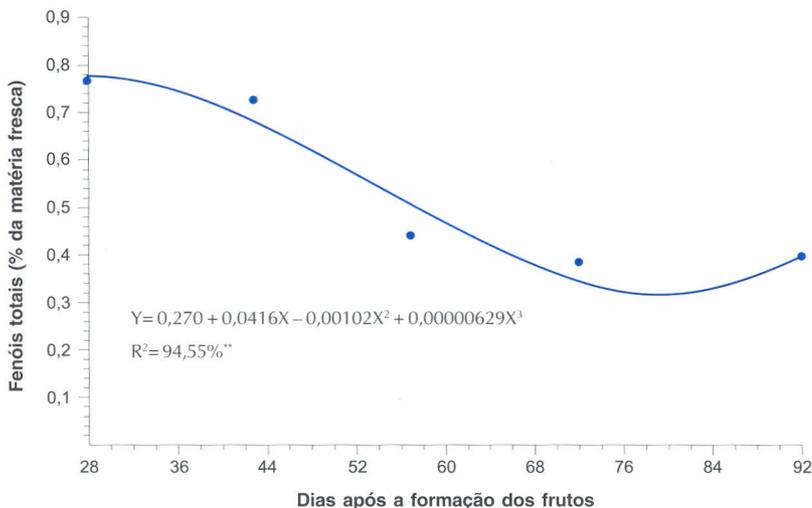


Figura 9. Teor de fenóis totais, expresso em porcentagem da matéria fresca, em uva 'Itália' durante o desenvolvimento e amadurecimento, Petrolina, PE, 1998.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

Fonte: Lima et al. (2000b).

Avaliações das frações fenólicas de uvas 'Sugraone' cultivadas no Submédio do Vale do São Francisco indicaram a redução nos teores dos compostos dímeros, oligoméricos e poliméricos com o início da maturação (Figura 10). A partir do 59º dia após a frutificação, contudo, verificou-se tendência de estabilização. Os compostos fenólicos poliméricos representaram a fração presente em menor quantidade, variando de 0,34 mg.g⁻¹ a 0,04 mg.g⁻¹ de matéria fresca (ou 0,034% a 0,004%). Considerando-se a soma das três frações, que equivale aos compostos fenólicos totais, tem-se uma caracterização clara da redução dos teores destes compostos durante a maturação da uva 'Sugraone' (SANTOS et al., 2004). Comparando-se à cultivar Itália, observa-se que a contribuição dos fenóis para o sabor da uva 'Sugraone' é bem menor.

Por outro lado, Singleton (1966) sugere que mudanças qualitativas nestes componentes podem ser muito mais importantes na definição do ponto de colheita do que as quantitativas. O autor considera que o decréscimo dos fenóis totais por unidade de massa, quando a baga amadurece, é resultante do aumento relativamente maior na massa da baga, que dilui e mascara o incremento e provável síntese destas substâncias.

As condições de processamento da uva também contribuem para as mudanças nos compostos fenólicos originalmente presentes. Ramos et al. (1999) destacam a influência da temperatura de fermentação dos vinhos na sua composição fenólica final.

A composição dos fenólicos é determinada por fatores genéticos e ambientais, mas pode ser modificada por reações oxidativas durante o armazenamento e o

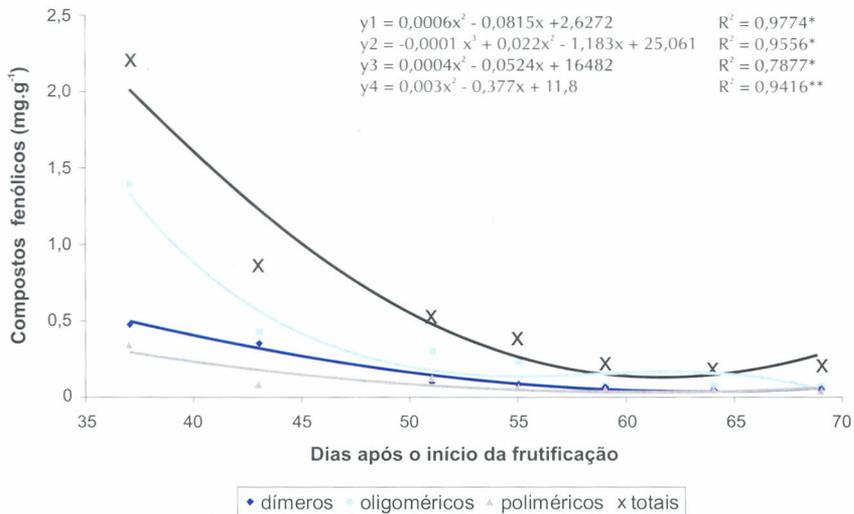


Figura 10. Teores dos compostos fenólicos dimeros, oligoméricos, poliméricos e totais, expressos em mg.g⁻¹, em uva ‘Sugraone’ durante a maturação, Petrolina, PE, 2003.

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

Fonte: Santos et al. (2004).

processamento. Os dois processos mais importantes envolvem a atividade antioxidante dos fenóis e o escurecimento oxidativo. Algumas cultivares de uva são especialmente sensíveis ao escurecimento, tendo suas propriedades sensoriais e nutricionais afetadas (VALERO et al., 1989; ZAPATA et al., 1995; ROBARDS et al., 1999). Em todas elas, a suscetibilidade é maior nos estádios iniciais de maturação.

14.2.1.5 Pigmentos

Basicamente, as normas de classificação de uva consideram a cor da casca como critério para agrupamento de cultivares. A classificação internacional considera sete grupos: 1) amarelo-esverdeado; 2) rosa; 3) vermelho; 4) vermelho-acinzentado; 5) violeta; 6) preto-azulado; e 7) preto-avermelhado (FERNÁNDEZ-LÓPEZ et al., 1999). Para a classificação brasileira, as cultivares de uvas finas de mesa são divididas em dois grupos: com e sem sementes. Em cada um deles, existem dois subgrupos possíveis: branco ou colorido (BRASIL, 2005). As cultivares do subgrupo colorido se caracterizam pela síntese de pigmentos vermelhos (as antocianinas), responsáveis pelas cores rósea, vermelha e até preta das bagas.

As antocianinas são sintetizadas a partir do início da maturação e evoluem até o completo amadurecimento da baga. Normalmente, estão presentes na casca e nas primeiras camadas de tecido próximos a ela, mas podem estar presentes na polpa, em algumas cultivares.

Fernández-López et al. (1999) descreveram a existência de três fases do acúmulo de antocianinas na casca de uva. Na primeira, os teores aumentam quase linearmente. Na segunda, a biossíntese é reduzida, podendo haver estabilização ou mesmo diminuição dos teores existentes. A partir daí, algumas cultivares podem apresentar novo aumento na última fase, próximo ao final do ciclo produtivo.

Esse padrão de acúmulo de antocianinas foi observado na cultivar Syrah (LIMA et al., 2003). A atividade de síntese foi concentrada no início da maturação, quando os valores triplicaram em apenas uma semana (Figura 11). A partir do 70º dia, o teor de antocianinas se manteve praticamente estável, com um limitado aumento próximo à colheita.

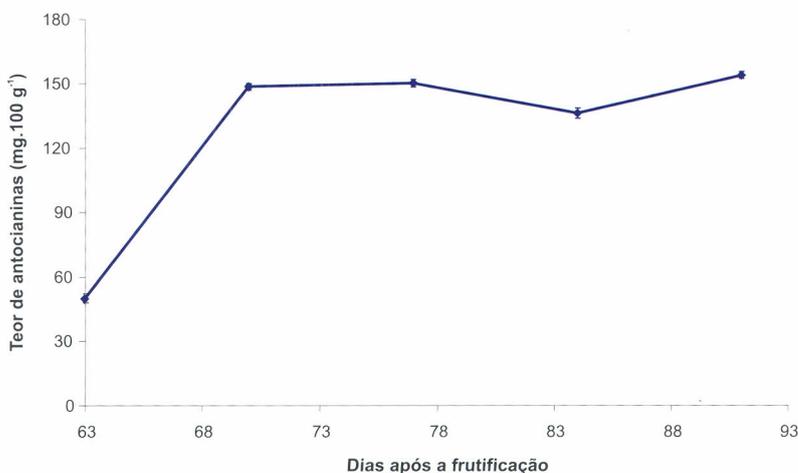


Figura 11. Teor de antocianinas, expresso em mg.100 g⁻¹, na casca de uvas 'Syrah' durante a maturação, no ciclo produtivo do 1º semestre do ano, Lagoa Grande-PE, 2003 (as barras verticais representam os erros-padrões da média).
Fonte: Lima et al. (2003).

Segundo Bevilaqua (1995), vinhos de qualidade são obtidos com teores de sólidos solúveis, polifenóis e, no caso dos tintos, de antocianinas o mais elevado possível, enquanto a acidez total deve ser baixa.

A intensidade da coloração depende, inicialmente, de características varietais, mas é influenciada por fatores ambientais, como a intensidade de luz (WILLS et al., 2007). A luz estimula a síntese de antocianinas, mas temperaturas elevadas inibem a formação da cor. Segundo Spayd et al. (2002), temperaturas acima de 35 °C reduzem a síntese de antocianinas, podendo inibi-la completamente, em alguns casos. Neste caso, os autores destacam que o processo é irreversível.

A exposição das bagas à luz solar geralmente incrementa os teores de antocianinas. Bergqvist et al. (2001) observaram que, em plantas conduzidas em espaldeira, cujas fileiras apresentavam orientação leste-oeste, o aumento dos teores de antocianinas na casca das bagas dos cachos localizados do lado norte da parte aérea estava diretamente relacionado à intensidade de luz à qual estavam expostos. Contudo, nos cachos localizados no lado sul, que estavam expostos a radiações

fotossinteticamente ativas superiores a $51 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$ – $100 \text{ mmol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$, ao meio-dia, os teores inicialmente aumentavam e, em seguida, diminuían.

O manejo da área foliar da videira deve assegurar, portanto, a passagem de luz suficiente para estimular a coloração das bagas, no início da maturação, prevenindo-se do excesso de exposição, que causa efeito inverso e leva à foto-oxidação dos pigmentos.

Algumas práticas culturais também influenciam a síntese de antocianinas. Pulverizações com produtos comerciais que tenham como princípio ativo o ácido 2-cloroetil-fosfônico ou ethephon resultam em incremento da síntese de antocianinas na casca das bagas. Este ácido estimula a síntese de etileno. Por sua vez, este regulador de crescimento vegetal induz muitas alterações químicas associadas ao amadurecimento dos frutos, inclusive a síntese de alguns pigmentos, como as antocianinas, e a degradação de outros, como as clorofilas.

O acúmulo de antocianinas também parece ser regulado, pelo menos parcialmente, pelo ácido abscísico – ABA (CANTÍN et al., 2007). Este regulador de crescimento tem sido, inclusive, mais efetivo que o ethephon no incremento da cor da uva ‘Crimson Seedless’. Comparando doses de ABA e ethephon na região produtora do Vale de São Joaquim, na Califórnia, os autores concluíram que a aplicação de $300 \mu\text{L.L}^{-1}$ de ABA, quando 20% das bagas de 50% dos cachos haviam iniciado o amaciamento, permitiu coloração uniforme dos cachos e antecipou a colheita em 10 dias, em relação ao tratamento com $250 \mu\text{L.L}^{-1}$ de ethephon, e em 30 dias, comparado aos cachos não tratados.

El Kereamy et al. (2002) verificaram que pulverizações dos cachos de ‘Cabernet Sauvignon’ com soluções de etanol 5%, no estádio em que 50% das bagas estavam mudando de cor, também incrementavam os teores de antocianinas. Os autores consideraram que o efeito do etanol pode ser decorrente não apenas do estímulo à síntese de etileno, mas, também, de um efeito direto sobre as vias bioquímicas que levam à síntese de antocianinas.

Contudo, em qualquer situação, devem ser ajustadas doses ideais, conforme as cultivares, os procedimentos de aplicação e o estádio de desenvolvimento das bagas. O uso de doses excessivas incrementa sobremaneira a síntese de etileno, resultando em efeitos indesejáveis, como alta incidência de desgrane, já que esse regulador de crescimento vegetal também induz mudanças nas paredes celulares, notadamente na formação de regiões de abscisão, como observado próximo ao pedicelo de algumas cultivares de uva.

Alguns estudos têm demonstrado, também, que estresses devido a baixas temperaturas estimulam a síntese de antocianinas. Em uvas ‘Cardinal’ (*Vitis labrusca*),

Romero et al. (2008) observaram variação na proporção de alguns tipos de antocianinas presentes na casca, após 12 dias de armazenamento refrigerado a 0 °C. Nestas condições, a percentagem das antocianinas denominadas cianidina-3-O-glicosídeo (Cy-3-G) e pelargonidina-3-O-glicosídeo (Pg-3-G) diminuiu, enquanto a proporção de malvidina-3-glicosídeo (Mv-3-G), delphinidina-3-O-glicosídeo (Dp-3-G) e petunidina-3-O-glicosídeo (Pt-3-G) aumentou. Os autores sugerem que sob baixa temperatura, a uva desencadeia um mecanismo de defesa antioxidante natural para reduzir a severidade do estresse. Essa proposta é reforçada quando se considera que entre as antocianinas identificadas na cultivar Cardinal, a Dp-3-G tem a maior capacidade antioxidante. Portanto, seu incremento melhora a capacidade antioxidante total da uva, incrementando suas propriedades funcionais.

Outros pigmentos também estão presentes na baga, principalmente a clorofila, que predomina até o início da maturação. Com o avanço da maturação, a clorofila é normalmente degradada e outros pigmentos, como carotenoides e xantofilas, são expostos, caracterizando o amarelecimento nas uvas brancas.

A degradação da clorofila ocorre quando há amadurecimento e senescência natural dos tecidos, foto-oxidação em condição de alta irradiação e congelamento, quando são empregadas condições inadequadas de armazenamento. No caso da senescência, a primeira etapa da degradação das clorofilas é iniciada por fatores externos, tais como estresse hídrico, alta luminosidade, alterações térmicas, níveis aumentados de etileno ou a combinação destes fatores (STREIT et al., 2005).

14.2.1.6 Amaciamento

A firmeza é uma das características pós-colheita mais importantes. Ela não apenas influencia a palatabilidade, mas, também, os métodos de colheita, manuseio e transporte, a resistência a doenças e a vida útil do fruto (SEYMOUR; GROSS, 1996).

Com a evolução da maturação, os tecidos tendem a perder firmeza. Na cultivar Sugaone, o fenômeno é particularmente evidente nos primeiros quinze dias a partir do início da maturação, quando se verifica uma redução de, aproximadamente, 60% na firmeza da polpa (LIMA et al., 2008). Esse amaciamento pode ser ocasionado por mudanças nas paredes celulares das bagas durante o amadurecimento ou pela perda de água. Apesar de sua considerável importância, informações sobre os constituintes da parede celular de uvas e mudanças na sua composição são escassas (KANELLIS; ROUBELAKIS-ANGELAKIS, 1993).

Muitas das alterações que ocorrem na parede celular da uva durante o amaciamento, cujo início demarca a maturação das bagas, são mediadas por

enzimas. Ishimaru e Kobayashi (2002) mencionam, como eventos associados ao amaciamento das bagas, a redução dos teores de açúcares ligados a dois importantes grupos de componentes da parede celular: as pectinas e as hemiceluloses. Este decréscimo começa antes mesmo do início da maturação, no caso dos açúcares ligados à hemicelulose. Porém, é a partir do início da maturação que é intensificado. Além das mudanças nos açúcares ligados à parede celular, os autores também citam consideráveis decréscimos no teor de celulose. Neste caso, é possível destacar a ação da enzima xiloglucana endo-transglicosilase (XET), que quebra a rede de ligações de celulose e xiloglucanas, induzindo o amaciamento das bagas. Barnavon et al. (2000) consideram que β -galactosidases, enzimas capazes de remover moléculas de galactose ligadas a substâncias pécticas, também podem ter uma atividade importante durante o amaciamento da uva.

14.2.1.7 Substâncias pécticas

As alterações que ocorrem na parede celular durante o amadurecimento consistem de uma aparente dissolução da região da lamela média, que é rica em pectina (TUCKER, 1993). As substâncias pécticas atuam como agente cimentante entre paredes celulares adjacentes (KAYS, 1991), possuem carga negativa e formam uma malha tridimensional que é entrelaçada à rede celulose-hemicelulose (REITER, 1998).

As substâncias pécticas são compostas por ácido D-galacturônico, L-ramnose, L-arabinose e D-galactose. Em menor proporção, os açúcares D-xilose, 2-O-metil-L-fucose, D-apiose e o ácido D-glucônico também estão presentes. A análise de fragmentos das moléculas dos polissacarídeos pécticos sugere a presença de regiões estruturalmente diferentes, referidas como ramnogalacturonana I, ramnogalacturonana II, homogalacturonana, arabinanas, galactanas e arabinogalactanas (JOHN; DEY, 1986).

Em nível bioquímico, mudanças nos polímeros pécticos da parede celular podem ser observadas durante o amadurecimento. Durante este estágio, há perda de açúcares neutros, que são constituintes das pectinas neutras, e alterações na fração ramnogalacturonana ou pectina ácida. Ocorre, ainda, aumento na solubilidade dos poliuronídeos, que podem se tornar progressivamente despolimerizados (KAYS, 1991; TUCKER, 1993).

O aumento na proporção de pectinas solúveis é um dos fenômenos mais observados durante o amadurecimento dos frutos (BARTLEY; KNEE, 1982; MCCOLLUM et al., 1989; BATISSE et al., 1994; PERCY et al., 1997) e está diretamente associado ao amaciamento (KAYS, 1991). A solubilização das substâncias pécticas pode ocorrer por outros tipos de mudanças, como a quebra de ligações entre moléculas (KAYS, 1991).

Segundo McCollum et al. (1989), as mudanças aparentemente mais importantes no conteúdo de substâncias pécticas são qualitativas. Elas envolvem, por exemplo, diferenças nas proporções dos açúcares da parede celular entre os estádios de desenvolvimento e de maturação.

Deve-se destacar, assim, que as modificações nos polissacarídeos da parede celular de frutos em amadurecimento podem provir tanto da degradação quanto da síntese de polímeros. Além disso, outros mecanismos podem estar envolvidos, como: alterações no pH da parede, afetando a atividade de enzimas; distribuição de ácidos orgânicos e íons inorgânicos; remoção de cadeias laterais de galacturonanas, e o metabolismo do cálcio, já que este íon se liga normalmente aos ácidos poligalacturônicos, formando a estrutura denominada *caixa de ovo* (SEYMOUR; GROSS, 1996).

14.2.1.8 Enzimas oxidativas

O amadurecimento envolve intensa atividade metabólica. Nesta fase, verificam-se transformações quantitativas e qualitativas no conjunto normal de enzimas que respondem por grande parte das mudanças no *flavor*, na pigmentação e no amaciamento (KAYS, 1991). Outras têm sua importância associada à aparência do fruto. É o caso de algumas oxidases envolvidas no escurecimento dos tecidos (MAYER; HAREL, 1991).

O escurecimento do mosto da uva, mais evidente durante o processamento, é um fenômeno de origem essencialmente enzimática (VALERO et al., 1989). Entre os fatores que podem afetar o escurecimento, estão os níveis dos fenóis endógenos e das enzimas que os oxidam (ZAPATA et al., 1995).

Segundo Singleton (1966), o escurecimento enzimático pela oxidação dos fenóis é mais rápido nos últimos estádios de amadurecimento, na maioria das uvas brancas, e por ocasião do início da síntese de antocianinas, nas cultivares tintas.

Os compostos fenólicos são, portanto, os substratos de várias oxirredutases, principalmente polifenoloxidases (PPO) e peroxidases (POD), cujas ações estão relacionadas ao escurecimento dos tecidos (ROBARDS et al., 1999).

14.2.1.8.1 Polifenoloxidase (PPO)

As PPOs compreendem dois tipos de enzimas: o-difenol oxidases (catecoloxidases, tirosinase, fenolase, PPO) e p-difenol oxidases ou lacases. As PPOs se associam a dois tipos de reações sequenciais. Na primeira, as enzimas hidroxilam um monofenol para formar um o-difenol incolor. A reação seguinte é a oxidação do

o-difenol em compostos de cor ligeiramente amarela, as o-quinonas. As quinonas, por sua vez, sofrem reações secundárias, enzimáticas ou não, formando os pigmentos marrons característicos do fenômeno, as melanoproteínas ou, simplesmente, melaninas (MAYER; HAREL, 1991; SILVA, 2000).

Essas reações ocorrem na presença de oxigênio atmosférico (VALERO et al., 1989). Em uvas, o escurecimento oxidativo pode ocorrer quando a PPO e os compostos fenólicos entram em contato em consequência de danos sofridos pelas bagas durante a colheita ou no processo de vinificação (WISSEMANN; LEE, 1980). A quebra da integridade física acelera a oxigenação dos tecidos e coloca as PPOs, geralmente localizadas no citoplasma, os compostos fenólicos (que estão presentes nos vacúolos) e as proteínas, previamente compartimentalizados, em contato direto, desencadeando as reações químicas (GALEAZZI, 1984). Estas reações de escurecimento são indesejáveis porque resultam em modificações na aparência, no sabor e no aroma (MURATA et al., 1995).

A enzima, no entanto, não está presente apenas no citoplasma. Ela pode estar ligada à membrana, principalmente em tecidos não senescentes (MAYER; HAREL, 1991). Vários trabalhos relatam sua atividade em cloroplastos e outros plastídios, mitocôndrias, microcorpos e, ainda, parcialmente associada à parede celular (MAYER; HAREL, 1991; GALEAZZI, 1984; MURATA et al., 1995; SILVA, 2000). Sua localização precisa depende, todavia, da espécie, da idade do tecido e do grau de maturidade (LIMA, 1999). Durante o amadurecimento, por exemplo, a PPO se torna mais solúvel (MURATA et al., 1995).

Para determinação da atividade da enzima nos tecidos do fruto, os procedimentos usados geralmente realizam a quantificação a partir da variação da absorvância, lida em espectrofotômetro, por minuto de reação em um grama do material (WISSEMANN; LEE, 1980). Em geral, define-se a quantidade de atividade da enzima que produz uma variação de 0,001 unidade de absorvância como sendo 1 unidade de atividade enzimática (UAE).

Quando se avalia a atividade da PPO nos frutos, é importante considerar que o estágio de desenvolvimento e as condições ambientais exercem relevante influência (VALERO et al., 1989). Segundo Silva (2000), a atividade é maior durante o desenvolvimento. Em uva 'Itália', a atividade pode aumentar com o amadurecimento, conforme Figura 12 (LIMA et al., 2000b), embora as respostas variem entre cultivares (VALERO et al., 1989).

Apesar das variações anuais, é possível se distinguir cultivares de uvas resistentes e sensíveis ao escurecimento, a partir dos níveis que apresentam dessa enzima. Cultivares com baixos teores de compostos fenólicos, que são os substratos da PPO, são, portanto, de melhor qualidade, com escurecimento limitado (SAPIS et al., 1983).

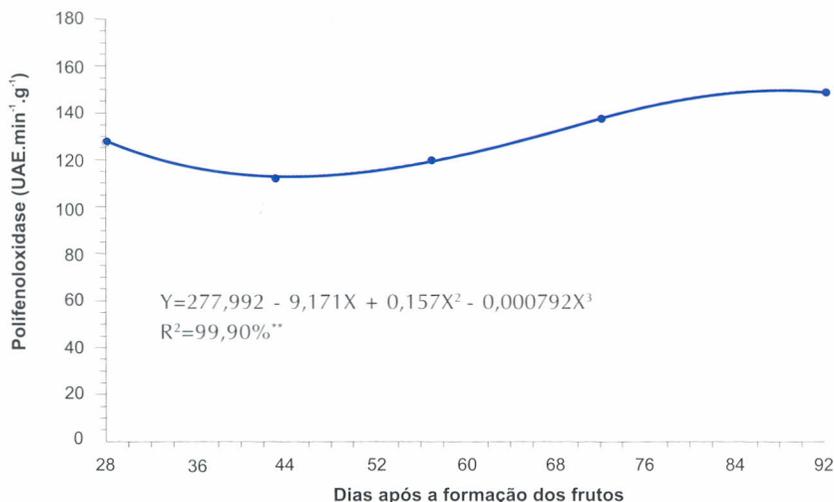


Figura 12. Atividade da enzima polifenoloxidase, expressa em unidade de atividade enzimática (UAE).min⁻¹.g⁻¹, de uva 'Itália' durante o desenvolvimento e amadurecimento, Petrolina, PE, 1998.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

Fonte: Lima et al. (2000b).

O escurecimento de diferentes cultivares de uva tem sido observado tanto na presença quanto na ausência de atividade da PPO (ROMEYER et al., 1986). Alguns autores consideram que os níveis de PPO e de polifenóis não são associados ao escurecimento da uva, exceto em algumas cultivares tintas com alto teor de polifenóis (SAPIS et al., 1983). Mas pode-se prever o potencial de escurecimento por meio de análises dos compostos fenólicos individuais presentes no suco logo após a colheita. Esta previsão se baseia no fato de os compostos fenólicos, individualmente, determinarem diferentes níveis de escurecimento. Em geral, os fenólicos do tipo catequinas monoméricas e procianidinas diméricas escurecem mais intensamente que os demais (LEE; JAWORSKI, 1988).

O escurecimento nos frutos pode ser evitado pela inativação das PPOs ou pela redução das quinonas para fenóis, utilizando-se compostos redutores, como o ácido ascórbico. Tratamentos pré-colheita com ácido naftalenoacético (ANA) e CaCl₂, em 'Niágara Rosada', bem como armazenamento em atmosfera modificada, reduziram significativamente as atividades da PPO e da POD (CENCI, 1994). Por sua vez, os ácidos p-cumárico, cinâmico e benzoico, especialmente o primeiro, exercem forte inibição da catecol oxidase em uvas (GUNATA et al., 1987).

As funções fisiológicas das PPOs nas plantas ainda não estão claras. Mayer e Harel (1991) e Silva (2000) consideram que elas desempenham papéis importantes na regulação de potenciais de oxirredução; em reações do metabolismo

intermediário; na respiração; no funcionamento do fotossistema II da fotossíntese (uma vez que oxidam as quinonas reduzidas formadas no fotossistema I); na proteção contra patógenos e predadores; na cicatrização de ferimentos; na formação de pigmentos e na sinalização do amadurecimento dos frutos.

14.2.1.8.2 Peroxidase (POD)

As PODs têm seu papel no escurecimento enzimático limitado pela disponibilidade de peróxido de hidrogênio (H_2O_2). Geralmente, ela incrementa a degradação de fenóis, desde que a PPO também esteja presente. A última produz o H_2O_2 necessário para ação da POD. Além disso, as quinonas formadas podem ser usadas pela POD como substratos (ROBARDS et al., 1999).

A POD parece estar localizada em todas as partes da planta e organelas celulares, mas pode variar em número e atividade de acordo com mudanças fisiológicas (ROBINSON, 1991). Segundo Civello et al. (1995), a resposta se justifica quando a atividade da POD está associada, principalmente, às membranas, que se desestruturam com o amadurecimento.

Essas enzimas estão envolvidas, ainda, nas respostas a estresses após ataques patogênicos (BACHMANN, 1994); na biossíntese de lignina; na formação de extensina e da malha de ligações cruzadas do diferulato com hemiceluloses ou substâncias pécticas da parede celular; na degradação da clorofila e na senescência (ROBINSON, 1991).

Da mesma forma que a PPO, a POD tem atividade variável ao longo do ciclo de desenvolvimento do fruto. Na uva 'Gulabi', por exemplo, a atividade da POD, conforme estudos realizados por Kochhar et al. (1979), aumentou consideravelmente nas primeiras seis semanas após a antese. A resposta foi intensificada quando foram realizadas aplicações de ethephon nas inflorescências e se caracterizou pelo aparecimento de duas isoenzimas. Estas parecem estar associadas com o amadurecimento acelerado e sugerem que aplicações daquele ácido desencadeiam a síntese de novas peroxidases.

Na uva 'Itália' cultivada no Submédio do Vale do São Francisco, a atividade da POD aumentou desde o 28º dia após a frutificação até a colheita, sendo que a partir do 57º dia, quando iniciou a maturação, os incrementos foram mais expressivos (Figura 13) (LIMA et al., 2000b).

Zapata et al. (1995) concluíram que, em algumas cultivares de *Vitis vinifera*, sob condições que permitiam uma atividade mínima da PPO, a atividade da POD não estava associada ao escurecimento do fruto.

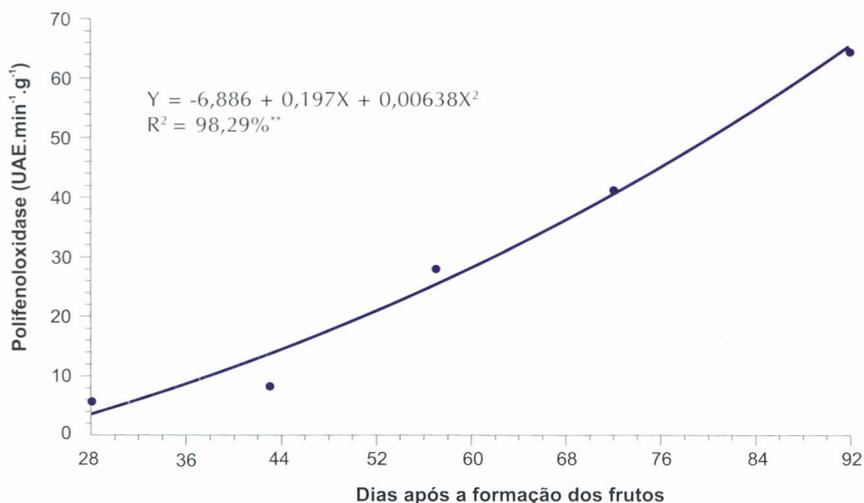


Figura 13. Atividade da enzima peroxidase, expressa em unidade de atividade enzimática UAE.min⁻¹.g⁻¹, de uva ‘Itália’ durante o desenvolvimento e amadurecimento. Petrolina, PE, 1998.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

Fonte: Lima et al. (2000b).

14.2.1.9 Compostos voláteis

Com o avanço da maturação, as uvas sintetizam determinados grupos de substâncias, que, associados àqueles que promovem o sabor e estimulam o sentido do tato no momento do consumo, resultam no *flavor* característico da espécie e, em muitos casos, da cultivar. Essas substâncias são compostos voláteis responsáveis pelo aroma.

Várias substâncias são sintetizadas nas células das bagas para desempenhar essa função. Em uva, as principais são terpenos, álcoois, aldeídos, ésteres, ácidos e compostos benzênicos e carbonílicos (ROSILLO et al., 1999; SÁNCHEZ-PALOMO et al., 2005). São listadas, ainda, éteres (KANELLIS; ROUBELAKIS-ANGELAKIS, 1993), isoprenoides, hidrocarbonetos terpenoides e pirazinas (DIÉGUEZ et al., 2003). No entanto, boa parte do potencial aromático das uvas não é expresso porque os compostos estão em formas glicosídicas, que são inativas e não resultam na produção de aromas (KNEE et al., 1991; DIÉGUEZ et al., 2003).

Segundo Diéguez et al. (2003), não há uma relação entre o conteúdo de compostos aromáticos e a riqueza de açúcares na uva. Entretanto, existe certa dependência entre a quantidade de compostos aromáticos, a acidez titulável e o conteúdo de ácido málico. Uvas com alto conteúdo de açúcares e moderado conteúdo de ácido málico são as que atingem os maiores níveis de compostos aromáticos, especialmente álcoois.

14.2.2 Determinação do ponto de colheita

A definição do ponto ideal de colheita depende do conhecimento das mudanças na baga que resultam na máxima qualidade para consumo, bem como dos fatores ambientais e das práticas agrícolas adotadas. Cuidados especiais devem ser observados durante os tratos culturais, a fim de garantir a integridade da baga durante o manuseio, reduzindo os danos mecânicos a um nível mínimo.

Outros aspectos que exercem influência direta na qualidade da uva também merecem ser citados. O estado nutricional da planta, os tratamentos fitossanitários realizados, o manejo da irrigação e os sistemas de poda adotados, por exemplo, influenciam a síntese de importantes compostos associados à qualidade, bem como a suscetibilidade a danos mecânicos e distúrbios fisiológicos.

Aproximando-se a data da colheita, é recomendável o monitoramento de algumas características de qualidade, como aparência dos cachos, tamanho das bagas, cor das bagas e evolução de alguns constituintes químicos, principalmente o teor de SS e a AT.

14.2.2.1 Indicadores do ponto de colheita

A avaliação da maturidade do fruto é fundamental para a garantia das vantagens das técnicas e processos utilizados após a colheita. Essa avaliação pode ser feita a partir dos seguintes elementos: número de dias após a brotação, índice graus-dia, evolução da cor da casca (Tabela 1), teor de SS, AT e teor de compostos fenólicos. No entanto, a avaliação visual da maturidade é complicada por alguns fatores, como diferenças entre cultivares, influência de condições climáticas e das estações do ano sobre a fenologia da planta, posição do fruto na planta, densidade foliar, etc. Por exemplo, no Submédio do Vale do São Francisco, as uvas com sementes, geralmente, atingem o completo amadurecimento aos 120 – 130 dias após a poda, enquanto naquelas sem sementes, o período requerido pode variar de 90 a 110 dias, dependendo da cultivar e das condições climáticas. Por sua vez, entre as principais cultivares de uva para vinho atualmente produzidas na região, Syrah, Moscato Canelli, Chenin Blanc, Cabernet Sauvignon e Tannat, o ciclo pode variar de 110 a 150 dias.

O monitoramento periódico e sistemático das características físicas e, se possível, químicas da uva permite orientar a colheita para atender aos requisitos de cada mercado que se pretende atingir. O acompanhamento da fenologia da planta, com base no número de dias após a poda, é um indicador aproximado, fornecendo subsídios para alertar o momento a partir do qual outras características devem começar a ser observadas.

Tabela 1. Coloração típica de algumas cultivares de uvas de mesa.

Cultivar	Cor
Dawn Seedless	Verde a amarelo
Itália	Verde a amarelo
Superior Seedless	Verde a amarelo
Thompson Seedless	Verde a amarelo
Perlette	Verde a amarelo
Benitaka	Rosado a vermelho
Christmas Rose	Rosado a vermelho
Crimson Seedless	Rosado a vermelho
Flame Seedless	Rosado a vermelho
Flame Tokay	Rosado a vermelho
Red Globe	Rosado a vermelho
Red Seedless	Rosado a vermelho
Ruby Seedless	Rosado a vermelho
Brasil	Vermelho a preto
Black Seedless	Preto
Ribier	Preto

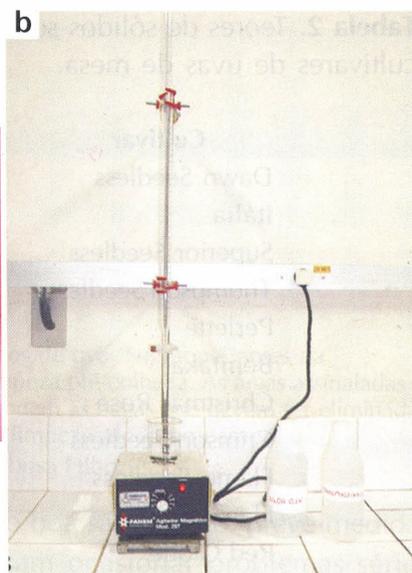
Fonte: Asociación de Exportadores de Chile (1997).

Na prática, a característica mais utilizada para identificação do ponto de colheita da uva é o teor de SS, medido por leitura direta em um refratômetro (Figura 14a). Sua avaliação é feita por meio de amostragem representativa da área a ser colhida, colhendo-se bagas em lados opostos do cacho e nas regiões superior, mediana e basal. Este cuidado justifica-se pelo fato de, num mesmo cacho, as bagas apresentarem idades e estádios distintos, já que a frutificação pode ocorrer diferencialmente entre elas. Ainda, de acordo com a sua localização no cacho, as bagas recebem diferencialmente os carboidratos translocados e são influenciadas por intensidades de luz e temperaturas variáveis.

No Submédio do Vale do São Francisco, é prática comum entre os produtores a determinação do teor de SS usando refratômetro portátil, já que o equipamento fornece a informação por meio de leitura a partir do suco (mosto), sem a necessidade de preparo da amostra ou de cálculo. Contudo, alguns cuidados devem ser observados quanto ao manuseio do equipamento, a fim de se assegurar que a informação obtida represente a real condição das bagas. Os principais cuidados são: lavar a lente do equipamento com água destilada, antes de usá-lo e entre as leituras; proceder a uma leitura inicial com água destilada, a fim de verificar se o aparelho confirma o valor de 0 °Brix; usar papel macio para secar a lente após a lavagem e antes de usar uma nova amostra, evitando possíveis ranhuras que comprometeriam a leitura; observar as condições de temperatura no local onde a

Figura 14.

Refratômetro portátil (a), usado para leitura do teor de sólidos solúveis, e material e soluções necessários para a determinação da acidez titulável (b).



Fotos: Maria Auxiliadora Coêlho de Lima

leitura está sendo realizada, a fim de se avaliar a necessidade de correção do valor medido, conforme tabelas próprias e seguindo orientação do fabricante.

Além disso, o teor de SS, medido em °Brix, que caracteriza o amadurecimento da uva, varia conforme a cultivar (Tabela 2).

É importante que o monitoramento dos teores de SS seja frequente à medida que a maturação da baga avança, para que se tenha segurança de que os valores de estabilização característicos foram alcançados, conforme comentado quando nos referimos às Figuras 2 e 3. Decisões que resultem em colheita precoce podem subestimar o potencial de acúmulo de açúcares da baga, o que implicaria em uvas com sabor inadequado para o consumo in natura.

Entretanto, o teor de SS isoladamente pode dar uma indicação errada acerca do sabor da uva, vez que é dependente do conteúdo de ácidos orgânicos presentes. Para um mesmo teor de SS, a sensação do sabor pode ser muito diferente se a AT do suco for baixa ou alta. Portanto, recomenda-se que, a partir do suco obtido da amostragem realizada para se determinar o teor de SS, proceda-se, também, à leitura da AT. O procedimento é realizado por meio de titulação da amostra diluída em água com solução de hidróxido de sódio 0,1 N, na presença de uma substância indicadora de pH básico (fenolftaleína) (Figura 14b). O volume de hidróxido de sódio 0,1 N gasto para mudar a cor da amostra para róseo é usado para o cálculo, no qual o resultado é expresso em gramas de ácido tartárico por 100 mL de suco ou percentagem de ácido tartárico.

As normas de Produção Integrada de Uvas Finas de Mesa (PI-Uva) recomendam que o ponto de colheita seja estabelecido com base nos valores de

Tabela 2. Teores de sólidos solúveis (SS) recomendados para a colheita de algumas cultivares de uvas de mesa.

Cultivar	SS (°Brix)
Dawn Seedless	15,5
Itália	15,0
Superior Seedless	16,0
Thompson Seedless	16,5
Perlette	15,5
Benitaka	15,0
Christmas Rose	16,5
Crimson Seedless	16,0
Flame Seedless	16,0
Flame Tokay	16,0
Red Globe	16,0
Red Seedless	14,5
Ruby Seedless	16,0
Brasil	15,0
Black Seedless	15,5
Ribier	16,0

Fonte: Asociación de exportadores de Chile (1997).

SS, AT e na relação SS/AT (HAJI et al., 2003). Esta relação é obtida pelo quociente entre as duas variáveis, sendo mais utilizada na comercialização de uvas de mesa para o mercado externo. Contudo, em função das características diferenciais de SS e AT entre as cultivares, não se pode sugerir um valor ideal desta relação para todas as uvas. Relações específicas para cada cultivar, nas condições particulares de cultivo de uma dada região, devem ser estabelecidas.

Definindo-se a data de colheita a partir do monitoramento de indicadores específicos, é importante que se realize uma limpeza pré-colheita dos cachos. Esta prática é obrigatória para áreas cultivadas sob produção integrada, devendo ser realizada, pelo menos, na véspera da colheita. Seu objetivo é eliminar bagas podres ou com defeitos graves, conforme ilustrado na Figura 15, reduzindo-se os riscos de contaminação de cachos ou bagas sadios, agilizando a colheita e facilitando o trabalho de limpeza na casa de embalagem (também denominada empacotadora ou *packing house*).

14.2.3 Procedimentos para colheita

Identificando-se o ponto de colheita que atenda aos interesses da cadeia de embalagem e comercialização, os procedimentos de colheita devem preconizar a integridade do cacho e da baga e a redução do nível de estresse sofrido pelo fruto.

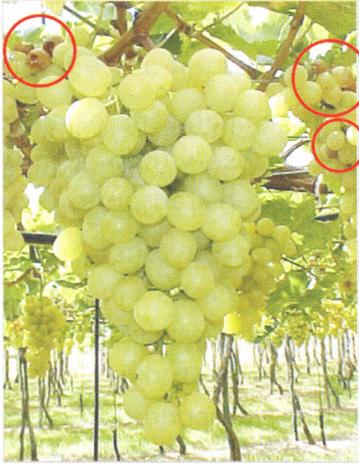


Figura 15. Cachos de uva ‘Sugraone’ antes da realização da limpeza pré-colheita. As áreas assinaladas na foto correspondem às bagas que devem ser eliminadas na operação de limpeza ainda no campo.
Foto: Cícero Barbosa Filho.

O manejo apropriado no campo, incluindo boa sanificação, prevê medidas de controle de infecções iniciais antes que possam ocasionar problemas sérios durante o armazenamento (ALI; LAZAN, 1997). A colheita, por exemplo, permite ampla possibilidade de infecção, se medidas sanitárias não forem tomadas, inclusive no que diz respeito à higiene do trabalhador envolvido nessa atividade.

A colheita da uva de mesa é realizada manualmente, utilizando-se tesoura apropriada, preferencialmente com pontas arredondadas, e sanificada. No momento da colheita, o corte do pedúnculo deve ser realizado rente aos ramos de produção, na região lignificada, segurando-se um cacho por vez. Deve-se evitar o contato das mãos com a baga, a fim de que a cera natural (pruína), que recobre a superfície da baga, seja mantida íntegra.

Preferencialmente, a colheita deve ser realizada nas horas mais frescas do dia, para que se reduza a perda de água dos cachos. De maneira contrária, o acúmulo de água sobre os cachos também é prejudicial à conservação pós-colheita da uva. A água que se acumula nos cachos após uma chuva, irrigação sobrecopa ou mesmo aquela devida ao orvalho da planta, promove um ambiente propício ao desenvolvimento de microrganismos. Por este motivo, a colheita não deve ser realizada quando estas situações estiverem presentes.

Uma vez colhidos, os cachos devem ser adequadamente acomodados, um por vez, em caixas de colheita (contentores) sanificadas e, se apresentarem aberturas laterais, forradas (com espuma de polietileno de 1 cm de espessura, plástico polibolha ou outro material flexível, macio e lavável). As caixas de colheita deverão estar distribuídas ao longo da linha de plantio, apoiadas nos troncos das plantas, em posição inclinada. Em cada caixa, deve ser disposta apenas uma camada de cachos, com o pedúnculo orientado para cima. Isto evita danos às bagas, principalmente por compressão, caso um cacho seja colocado sobre o outro. Além disso, facilita a retirada dos cachos na casa de embalagem.

Burdon (1997) ressalta, ainda, que os recipientes de colheita devem ter formato e ventilação adequados.

Até que sejam transportados para a casa de embalagem, os contentores com os cachos devem ser mantidos à sombra, observando-se que, para preservar sua qualidade, o tempo entre a colheita e o transporte deve ser o mais curto possível.

14.2.3.1 Transporte para a casa de embalagem

Cuidados especiais devem ser observados no transporte dos frutos para a casa de embalagem. A acomodação das caixas no veículo de transporte deve ser bastante cuidadosa. Durante o transporte, os danos mecânicos podem ser consideravelmente minimizados quando se utilizam velocidades adequadas e estradas regulares (BURDON, 1997). Deve-se evitar velocidade alta e estradas ruins, pois, nesta etapa, ocorrem os maiores problemas de injúrias mecânicas. Se as condições das vias de acesso não forem adequadas, a vibração da carga provoca manchas na casca e amaciamento localizado da polpa, que pode ser acompanhado por escurecimento.

Se a carga não for coberta e ficar exposta ao sol, os cachos dos contentores da camada superior perdem muita água. Para evitar o problema, pode-se usar cobertura de lona de cor clara, deixando um espaço entre a lona e os frutos para proteger do sol e manter a ventilação, conforme previsto nas normas da PI-Uva (HAJI et al., 2003). Se a lona puder ser umedecida, a evaporação da água pode reduzir ainda mais o aquecimento dos cachos, protegendo-os contra a perda de água.

Até o descarregamento, os veículos devem ser mantidos à sombra e as caixas de colheita, retiradas manualmente e acomodadas com bastante cuidado.

14.3 Atributos de qualidade e segurança de alimentos

A qualidade da uva produzida é resultado de práticas que preconizam a obtenção de um produto de aparência, sabor e dimensões compatíveis com as exigências de mercado; seguro para a saúde de quem irá consumi-lo, tanto do ponto de vista microbiano quanto de possíveis resíduos químicos; com garantia da manutenção de suas propriedades nutricionais e, em muitos casos, funcionais (no

que se refere à prevenção de doenças); oriundo de um sistema de produção sustentável e que respeite as leis trabalhistas.

Importantes mercados de uvas de mesa requerem garantias de que o consumidor receberá um produto isento de riscos à sua saúde. Burdon (1997) destaca que um programa eficaz de controle de contaminação começa com boas práticas de higiene tanto no campo quanto na casa de embalagem ou durante o armazenamento e transporte. Partindo das considerações do autor, sugere-se a adoção das seguintes medidas para reduzir os perigos de contaminação na uva de mesa após a colheita:

- a) Prevenir a entrada de animais domésticos, pássaros, insetos e pragas urbanas.
- b) Reservar áreas cobertas para recepção e expedição do produto.
- c) Destinar local adequado e de fácil acesso para armazenamento da uva, dos recipientes utilizados no campo, dos paletes e das caixas de embalagem.
- d) Estabelecer um plano de limpeza e manutenção dos equipamentos.
- e) As superfícies que entram em contato com os cachos devem ser macias e de fácil limpeza.
- f) Usar água potável para os procedimentos de higiene pessoal e sanificação das instalações, equipamentos e instrumentos.
- g) Os materiais de embalagem devem atender às exigências do comprador, ser adequados ao acondicionamento da uva e não apresentar constituintes tóxicos.
- h) Evitar possível contaminação da uva com objetos estranhos.
- i) Armazenar produtos químicos e de limpeza em local seguro e longe da linha de processo.
- j) Acesso fácil dos funcionários envolvidos nas operações de colheita e pós-colheita aos banheiros e pias.
- k) Orientar os funcionários quanto ao uso de vestimenta em bom estado de higiene e conservação, inclusive aquelas de proteção (avental, touca, etc.).
- l) Proibir o uso de cigarros, comida e bebida nos locais em que se trabalha com a uva.

14.4 Manejo pré-colheita

Tratamentos pré-colheita que afetam a composição química da baga podem influenciar a sua suscetibilidade a perdas (SUGAR et al., 1994). O cálcio, por exemplo, influencia a textura, a firmeza e a maturação dos frutos (HANSON et al., 1993), reduzindo as taxas de degradação de vitamina C, de produção de etileno e CO₂ e a incidência de doenças pós-colheita (CONWAY; SAMS, 1983).

O papel do cálcio na manutenção da estrutura da parede celular, em frutos e outros órgãos de reserva, deve-se à formação de pectatos de cálcio, a partir da ligação com os ácidos pécticos. Por esta razão, frutos tratados com cálcio são, geralmente, mais firmes (POOVAIAH, 1986) e, por consequência, estão menos sujeitos a injúrias mecânicas. Porém, altas concentrações de cálcio podem ser tóxicas, resultando num efeito oposto, ou seja, a aceleração da senescência (LESTER, 1996).

Segundo Stow (1993), um dos fatores que contribuem para o amaciamento é a perda de cálcio da lamela média. Desta forma, maiores teores de cálcio no fruto possibilitam o aumento da firmeza (GERASOPOULOS et al., 1996).

Para o controle de podridões, a concentração de cálcio necessária é maior do que aquela fornecida pelas práticas normais de fertilização (CONWAY et al., 1999). Portanto, aplicações de sais de cálcio dirigidas ao cacho, ainda em pré-colheita, podem prevenir total ou parcialmente os colapsos das membranas celulares e as injúrias fisiológicas causadas por estresses ambientais, conforme sugerido para outros frutos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Em uva, tem-se constatado que os principais efeitos de aplicações pré-colheita de cálcio foram: atraso no acúmulo de SS (LIMA et al., 2000a) e no decréscimo na AT (GUPTA et al., 1980; LIMA et al., 2000a); redução da atividade de enzimas como pectinametilesterase, poligalacturonase, PPO (CENCI, 1994; LIMA et al., 2002) e POD (CENCI, 1994); redução da perda de massa durante o armazenamento (Gupta et al., 1980; CENCI, 1994); redução da incidência de injúrias mecânicas (LIMA et al., 2002); resistência ao desgrane em uvas 'Himrod' (SINGH et al., 1985), e diminuição da ocorrência de podridões pós-colheita (SUBBURAMU et al., 1990). Segundo Conway et al. (1992), a ação do cálcio sobre as podridões se dá por um aumento na resistência às enzimas microbianas, decorrente da maior estabilização das membranas e das paredes celulares.

Por sua vez, pulverizações com reguladores de crescimento, especialmente ácido giberélico, durante a floração e crescimento das bagas, visando ao alongamento dos cachos, também têm implicações sobre a qualidade. Em

concentrações ideais, permitem, para muitas cultivares, o atendimento aos requisitos de diâmetro de bagas e tamanho de cachos determinados por diferentes mercados. Contudo, Zoffoli et al. (2009) relataram que o emprego de doses elevadas de ácido giberélico, além de aumentar o diâmetro do pedicelo, requerendo maior cuidado durante a acomodação desses cachos em embalagens, reduz a proporção de cutícula existente na superfície da baga. Essas observações, realizadas nas cultivares Thompson Seedless, Red Globe e Ruby Seedless, indicaram como principal consequência o aumento da suscetibilidade a infecções patogênicas. Nas cultivares Thompson Seedless e Ruby Seedless, observou-se, ainda, maior ocorrência de fissuras na estrutura da casca. Novamente, a definição de doses e épocas ideais de aplicação ajustadas às condições de cultivo da região produtora são fundamentais para a obtenção dos efeitos desejados.

Outro fator do manejo que tem influência direta na qualidade da uva é o volume de água disponível para absorção pelas raízes da planta. É reconhecido que bagas túrgidas são mais suscetíveis a danos mecânicos dos tipos abrasão e compressão. Os danos por compressão são mais prejudiciais, vez que podem resultar na ruptura do tecido. Desta forma, o manejo inadequado da irrigação ou a ocorrência de chuvas próximo à colheita, exigem maiores cuidados no manuseio dos cachos durante as operações de colheita, transporte, limpeza e embalagem.

Mandelli e Zanus (2005) ressaltam, ainda, que certa restrição à absorção de água pelas videiras (estresse hídrico) proporciona a colheita de frutos com teores de açúcares, substâncias orgânicas e minerais mais elevados.

14.5 Manejo pós-colheita

A qualidade das uvas de mesa deve ser mantida e priorizada durante as operações realizadas na casa de embalagem, onde o manuseio contínuo e o movimento entre peças de equipamentos fornecem amplas oportunidades de danos (BURDON, 1997).

14.5.1 Operações e procedimentos na casa de embalagem

Na casa de embalagem, as uvas de mesa são submetidas a uma sequência de operações e procedimentos que visam à manutenção da qualidade por período compatível com a comercialização para mercados específicos. Tratando-se de mercado interno, antes da expedição, são adotadas as operações de recepção, limpeza, seleção, classificação, embalagem e pesagem dos cachos. Quando o destino é o mercado externo, são incluídas as operações de paletização, resfriamento rápido e armazenamento refrigerado.

14.5.1.1 Recepção da uva

O local destinado à recepção deve ser idealizado com o propósito de resguardar a qualidade da uva, não permitindo que a fruta seja exposta a condições adversas que a predisponham à perda de água, aumento da atividade respiratória e danos mecânicos. É recomendável que este ambiente, assim como toda a casa de embalagem, seja climatizado. Esta condição reduz a temperatura interna com que o cacho vem do campo, possibilitando atividade metabólica mais lenta, o que retarda a perda de água e o consumo de alguns constituintes da polpa, como ácidos orgânicos e açúcares.

Cada lote de fruta que chega à casa de embalagem deve ser identificado, com informações sobre procedência, manejo antes e durante a colheita e hora de entrada, para que seja processado por ordem de chegada e garanta a rastreabilidade do produto. Estas informações são obrigatórias quando se trabalha com o sistema de PI-Uva (HAJI et al., 2003).

Na recepção, é importante que se faça uma amostragem para avaliação inicial da qualidade da uva colhida. Nesta avaliação, são determinados a percentagem de bagas aquosas e molhadas, com cicatrizes, manchas, *russet*, rachaduras, branqueamento e queima pelo sol; o número de bagas com *Botrytis*; o teor de SS; a AT; a relação SS/AT; o peso médio dos cachos e o tamanho médio das bagas. O procedimento permite avaliar a eficiência dos operários que trabalham na colheita, identificando se o ponto de colheita atende aos requisitos para comercialização, se o manuseio durante essa operação ou mesmo durante o transporte assegura a ausência de danos e se a uva atende aos requisitos de qualidade determinados por mercados específicos.

14.5.1.2 Limpeza

A operação de limpeza tem por finalidade eliminar bagas com defeitos que comprometam a qualidade geral do cacho. Após uma análise criteriosa do cacho como um todo e considerando os padrões exigidos pelo mercado ao qual a uva se destina, são eliminadas as bagas imaturas, podres, murchas, aquosas, molhadas, rachadas, muito pequenas, queimadas pelo sol, com danos visíveis causados por insetos, microrganismos ou pássaros, e exibindo cicatrizes superficiais mas de aspecto rugoso e áspero e cor escura (*russet*). Além disso, deve-se cortar os pedicelos (denominados vulgarmente de toquinhos) das bagas que se soltaram e eliminar algumas bagas dos cachos que se apresentarem compactos, favorecendo a acomodação na embalagem.

A limpeza deve ser realizada em um único cacho de cada vez, segurando-o pelo pedúnculo, sem contato com as bagas. A tesoura utilizada deve ser apropriada

para este fim, possuindo lâminas curtas e pontas arredondadas ou com pequenas esferas, para que não danifique as bagas.

As bagas descartadas devem ser acondicionadas em recipiente e local adequados, a fim de evitar contaminação dos cachos sadios por organismos que possam estar presentes, especialmente naquelas bagas que apresentavam podridão, rachaduras, cortes ou mesmo umidade superficial. A retirada do descarte e a limpeza do local devem ser periódicas, restringindo a possibilidade de contaminação dos equipamentos e das próprias instalações.

Esta operação requer, ainda, que as instalações sejam adequadas, favorecendo a visualização e o manuseio dos cachos por parte do operador, além de uma posição cômoda. É fundamental também que o pessoal envolvido nessa atividade receba treinamento adequado e periódico.

14.5.1.3 Seleção

Baseia-se nos critérios de qualidade estabelecidos pelos mercados. Em geral, consiste na eliminação dos cachos malformados, com peso que não atende às especificações do mercado ou que apresentem resíduos de produtos químicos.

Durante a colheita e após as operações de limpeza, seleção, classificação e embalagem, os cachos devem estar (UNECE..., 2004):

- a) Intactos.
- b) Uniformes quanto a cor e tamanho das bagas.
- c) Com formato característico e bagas bem distribuídas, sem se apresentar compacto ou ralo (com bagas soltas e engajo exposto).
- d) Com aparência fresca.
- e) Isentos de podridões e deteriorações fisiológicas.
- f) Limpos, livres de poeira e outras sujidades.
- g) Praticamente livres de pragas e danos causados por elas.
- h) Livres de danos mecânicos acentuados.
- i) Livres de danos causados por temperatura baixa.
- j) Livres de umidade externa anormal.
- k) Livres de qualquer cheiro ou gosto estranho.
- l) Apresentando bagas maduras e aderidas ao pedicelo.

14.5.1.4 Classificação

A legislação brasileira prevê a obrigatoriedade da classificação de produtos vegetais destinados à alimentação humana. Para uvas de mesa, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) publicou a Instrução Normativa correspondente ao Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade para a Classificação da Uva Fina de Mesa. Este regulamento prevê os critérios de agrupamento das uvas conforme a presença ou não de sementes, a coloração da cultivar, o peso dos cachos e o diâmetro das bagas, bem como os limites de tolerância a defeitos admitidos em cada categoria e os tipos de defeitos considerados graves e leves. Desta forma, a presença de bagas imaturas, com podridões ou com danos profundos (que tenham causado rompimento da epiderme) são defeitos graves. Outros, como danos superficiais, desgrane, ausência de pruína e queima pelo sol, são tidos como defeitos leves (BRASIL, 2005).

Para o mercado externo, normalmente, os padrões de exigência são maiores, enquanto os limites de tolerância são menores, e o produtor necessita atendê-los plenamente para se manter competitivo.

14.5.1.5 Embalagem

Numa mesma embalagem, devem ser mantidos frutos de mesma origem, cultivar, estágio de maturação, cor, tamanho, formato e classificação.

O material de embalagem deve ser novo, limpo, resistente ao transporte e ao empilhamento, ter função protetora contra danos mecânicos, ter a propriedade de dissipar os produtos da respiração, permitindo a ventilação e evitando acúmulo de gás carbônico e calor; ajustar-se às normas de manejo, tamanho e peso; ser de fácil abertura e ter custo compatível com o valor de mercado do produto.

As caixas geralmente usadas para o mercado internacional são confeccionadas em papelão ondulado de parede dupla, do tipo peça única (bandeja), que comportam 4,5 kg (400 mm x 300 mm x 130 mm), em geral, ou 9,0 kg (600 mm x 400 mm x 130 mm). Caixas com capacidade para 5,0 kg e 8,2 kg também são utilizadas. Para o mercado nacional, geralmente, são usadas caixas de papelão ondulado de 6,0 kg ou mesmo os próprios contentores (20 kg), quando as uvas são comercializadas para mercados mais próximos e pouco exigentes.

Outros materiais são utilizados na embalagem de uvas de mesa, principalmente quando o objetivo é a exportação. Entre estes materiais, podem ser citados: folha (ou sacola) de polietileno de baixa densidade (PEBD) perfurada ou microperfurada, sacos de papel ou de PEBD para cachos, papel glassina, cartela de gerador de SO₂ e materiais para amortecimento de impactos na base da caixa,



Fotos: Maria Auxiliadora Coêlho de Lima

Figura 16. Materiais que podem compor a embalagem de uvas de mesa: a) folha de polietileno de baixa densidade (PEBD) – perfurada (indicada pela seta); b) sacola de PEBD microperfurada; c) sacos de PEBD para cachos; d) cartela de gerador de SO_2 ; e) cloreto de polivinil (PVC) – polibolha; e f) embalagens de polietileno tereftalato (PET).

como cloreto de polivinil (PVC) polibolha 16 mm ou papel ondulado (Figura 16). Em alguns casos, são utilizadas embalagens de polietileno tereftalato (PET) (Figura 16f). Os papéis ou selos utilizados contendo especificações comerciais devem ser impressos com produtos atóxicos.

Conforme exigências nacionais e internacionais, para fins de rastreabilidade, a caixa deve conter, em letras agrupadas do mesmo lado, por extenso, legíveis e visíveis, as seguintes informações:

- a) Identificação: exportador, embalador ou expedidor.
- b) Natureza do produto: nome do produto, cultivar e tipo comercial.
- c) Origem do produto: país e região onde o fruto foi produzido.
- d) Identificação comercial: categoria, tipo e peso.
- e) Data da embalagem e peso líquido.

14.5.1.6 Pesagem

A embalagem comporta uma quantidade específica de cachos. Caixas com peso inferior à sua capacidade causam danos aos frutos por excesso de movimentação. Em situação contrária, a compressão de bagas entre si ou com as laterais da caixa pode causar abrasões, que podem ser superficiais ou levar ao rompimento dos tecidos e extravazamento de suco, favorecendo o crescimento de microrganismos. Além disso, alterações no peso total das frutas nas caixas de embalagem constituem violações das normas que regem as relações comerciais, sejam dentro do país ou no comércio exterior.

14.5.1.7 Paletização

A paletização facilita o transporte das caixas e racionaliza as operações de armazenamento, transporte e distribuição. A prática corresponde ao empilhamento das caixas em colunas, sobre um estrado, que deve ter dimensões compatíveis com os padrões de comercialização.

Os paletes utilizados normalmente são de madeira, podendo ser descartáveis ou reutilizáveis. As medidas padronizadas pela Associação Brasileira dos Supermercados (Abras) e pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) são de 1,2 m x 1,0 m, o que é compatível com a normalização internacional da ISO (VIGNEAUT et al., 2002). Assim, os paletes padrões para uva utilizam, geralmente, 10 ou 5 caixas na base, dependendo das dimensões que tenham: 400 mm x 300 mm x 130 mm ou 600 mm x 400 mm x 130 mm, respectivamente. A altura do palete não pode ser superior a 2,20 m.

Deve-se atentar para a rigidez no empilhamento, a amarração do palete com fitas para arqueação e o uso de cantoneiras, evitando-se que a pilha de caixas ultrapasse o limite do palete e se torne desalinhada. No caso de exportação da uva, há, ainda, a obrigatoriedade do uso exclusivo de paletes tratados com fumigação (LIMA; CHOUDHURY, 2007).

14.5.1.8 Resfriamento rápido

Consiste em reduzir rapidamente a temperatura da uva já paletizada até a temperatura de armazenamento ou transporte. Quanto mais curto for o intervalo de tempo entre a colheita e o resfriamento, maior será a vida útil da uva, se as condições de manuseio e armazenamento forem adequadas.

No Submédio do Vale do São Francisco, a técnica utilizada para resfriamento de uva é o ar forçado. Neste processo, a carga, disposta em túneis especialmente construídos para este fim, recebe, por meio de ventiladores, o ar frio, que é forçado a passar através dos orifícios de ventilação das caixas e nos espaços livres entre os cachos. Portanto, a troca de calor é feita diretamente entre o ar e a fruta. O processo deve ser realizado sob condições de temperatura e umidade relativa ideais para a conservação da uva. Para cultivares sem sementes, a temperatura de resfriamento e armazenamento deve ser de 0 °C. Cultivares com sementes podem ser resfriadas e armazenadas a temperaturas superiores, como 2 °C. Os valores recomendados para umidade relativa do ar no ambiente estão entre 85% e 95%. Valores inferiores a esta faixa predispõem a uva à perda de água, enquanto valores acima de 95% favorecem o desenvolvimento de microrganismos (LIMA; CHOUDHURY, 2007).

Após o resfriamento, cada palete deve ser revestido com filme de PVC, de espessura de 0,0025 mm ou 0,030 mm nas laterais e 0,040 mm na parte superior, a fim de manter, ao redor do cacho, a umidade e o SO₂ formados durante o armazenamento e a expedição, sendo o último liberado a partir das cartelas de geradores contidas nas caixas de embalagem. Em condições comerciais, muitas vezes tem se adotado revestir apenas a parte superior do palete com filme de PVC, considerando-se que esta seria a parte mais exposta ao ambiente externo.

14.5.1.9 Armazenamento

Concluído o resfriamento rápido, a cadeia de frio não deve ser mais interrompida e a temperatura mantida na faixa ideal para a uva (0 °C–2 °C, com pequenas variações, conforme a cultivar). Assim, na saída da câmara fria, o carregamento dos contêineres deve ser feito de forma rápida e em local construído especialmente para este fim, mantendo-se a temperatura de armazenamento.

Vale salientar que, sob temperaturas mais baixas, a uva pode exibir sintomas de injúria pelo frio. Em geral, a aproximadamente -1 °C, os tecidos da baga sofrem este tipo de injúria. Em temperaturas inferiores, eles são congelados. Mas o valor preciso da temperatura de congelamento ou mesmo daquela que causa injúria pelo frio depende da cultivar e do teor de SS da baga. Quanto maior for este teor, menor será a temperatura de congelamento.

14.5.1.10 Expedição

Durante o transporte, quer seja do campo para a casa de embalagem ou na etapa de distribuição, injúrias mecânicas podem ser consideravelmente minimizadas quando se utilizam velocidades adequadas e estradas regulares (BURDON, 1997). O manuseio da carga e a observação das condições ideais para acondicionamento da uva (temperatura, umidade relativa, velocidade do ar de refrigeração e composição de gases do ambiente) garantem alterações mínimas na qualidade da uva. Por outro lado, a inobservância desses elementos promove, por exemplo, a condensação do vapor de água sobre o produto que sai da câmara fria. Esta condição tem duas consequências imediatas: inicialmente, a atividade respiratória dos tecidos aumenta, o que implica em uso das substâncias que constituem o mesocarpo da baga, podendo alterar o sabor original; e, por fim, a umidade excessiva favorece o crescimento de patógenos.

Descuidos quanto à movimentação da carga durante o transporte também repercutem diretamente sobre a qualidade da uva, pois concorrem para o desenvolvimento de danos mecânicos. Algumas cultivares são especialmente

suscetíveis ao problema, expressando manchas que depreciam a aparência da baga.

Portanto, a partir da expedição da uva, a manutenção das condições ótimas de armazenameto deve continuar sendo priorizada. Esta preocupação inclui o controle rigoroso das condições de transporte e, quando se trata de uvas para exportação, do carregamento em navios.

14.5.2 Distúrbios fisiológicos

As uvas armazenadas podem expressar, em situações particulares, sinais de distúrbios fisiológicos, que, segundo Benato (2003), são de quatro tipos: congelamento ou *freezing*, branqueamento, escurecimento interno das bagas e *cracking*.

Ocorre congelamento dos tecidos, quando a temperatura de armazenamento atinge valores inferiores a -1 °C. Os efeitos são irreversíveis e se expressam pela aparência encharcada translúcida das bagas, cuja polpa se torna marrom, quando exposta ao ar.

O branqueamento ocorre sempre que o SO_2 consegue penetrar na cutícula da baga, seja através de rupturas, de lesões ou de aberturas naturais próximas ao pedicelo. O problema resulta da degradação dos principais pigmentos da casca (NELSON, 1979). Pode haver, também, exsudação de suco através de danos mecânicos microscópicos. Quando este exsudato seca, a superfície da baga adquire aparência brilhante, envernizada, que pode ser confundida com danos por congelamento.

Condições de estresse durante o manuseio e o transporte, bem como elevadas temperaturas, favorecem a ocorrência do escurecimento interno da baga (NELSON, 1979). Em algumas situações, o escurecimento interno é constatado depois de um mês de armazenamento da uva (BENATO, 2003). Caracteriza-se pela cor marrom das bagas na região próxima às sementes. Além disso, a casca adquire aparência cinza opaca, nas cultivares brancas, ou exibe descoloração marrom, no caso de cultivares vermelhas e pretas.

Finalmente, o *cracking* (rachadura das bagas) se caracteriza por fraturas na casca da uva, bastante distintas daquelas que ocorrem em consequência de forças de compressão. Ocorre com maior frequência em uvas ainda não maduras e de casca mais fina. Nestas, o problema se agrava sob condições de alta disponibilidade hídrica para as plantas, associada à colheita e à embalagem realizadas nas primeiras horas do dia, ocasião em que a pressão de turgor é maior (NELSON, 1979).

Um tipo de *cracking* específico, denominado *hairline* porque compreende aberturas tão finas como “fio de cabelo”, distingue-se das rachaduras observadas antes da colheita. Zoffoli et al. (2008) caracterizaram-no como sendo muito superficial, compreendendo apenas os tecidos epidérmicos. Quando se distribuem longitudinalmente na baga, possuem comprimento em torno de 5 mm a 10 mm e largura de 0,2 mm a 0,4 mm. Estudos realizados pelos autores relacionaram sua ocorrência a condições que promovem altas concentrações de SO_2 no meio, tais como o uso de duas cartelas de geradores do composto por embalagem, sendo uma na parte superior e outra na base da caixa. Este ambiente, contendo altas concentrações desse gás em um dado período, favorece a ocorrência de *hairline*. Outras situações que também aumentam consideravelmente o problema são atrasos no resfriamento de uvas embaladas com SO_2 e variações de temperatura durante o armazenamento.

14.6 Conservação pós-colheita

Frutos não climatéricos, como a uva, sofrem muitas mudanças físicas e químicas após colhidos. Entretanto, estas alterações são, principalmente, degradativas e, em geral, não incrementam a qualidade do produto (KAYS, 1991). Geralmente, não são observadas alterações nos teores de SS, de AST e na AT das uvas durante o armazenamento refrigerado (LIMA et al., 2000a, 2004b).

As condições ideais de armazenamento correspondem àquelas em que os produtos podem ser acondicionados, pelo maior espaço de tempo possível, sem perda apreciável de seus atributos de qualidade, como sabor, aroma, textura, cor e teor de umidade. O período de armazenamento depende, sobretudo, da atividade respiratória do produto, de sua suscetibilidade à perda de água e da resistência a patógenos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A cultivar e as condições climáticas são também fatores decisivos.

Em uvas, a deterioração é caracterizada pela perda de massa, escurecimento da ráquis, amaciamento, desgrane e desenvolvimento de fungos causadores de podridões (PERKINS-VEAZIE et al., 1992). A perda de água que resulta no escurecimento e desidratação do engaço é uma das primeiras respostas relativas à perda de qualidade do cacho. Resulta de condições inadequadas de armazenamento ou da senescência, tendo, como consequência, o desgrane, já que o tecido do pedicelo torna-se seco e quebradiço (LIMA et al., 2004b). Apesar de 96% da massa fresca do cacho ser representada pelas bagas, que, portanto, perdem mais água por serem mais suculentas, os efeitos são mais críticos no engaço, onde os sinais são primeiramente visualizados (SAÑUDO et al., 2001).

A turgidez do engaço é, portanto, um importante elemento para avaliação da qualidade da uva armazenada. Quando a cultivar Sugaone, por exemplo, é armazenada sob condições de baixa umidade relativa (por volta de 70%), os sinais de desidratação do engaço começam a ser observados já a partir do décimo dia (LIMA et al., 2004b). Segundo Nelson (1991), os primeiros sinais se manifestam como murcha e escurecimento e somente quando se tornam muito severos é que a desidratação das bagas tem início.

Nas cultivares Flame Seedless e Thompson Seedless, os primeiros sintomas visíveis de escurecimento do engaço foram observados quando a perda de água dos cachos atingiu 2,1% e 3,1%, respectivamente. Em 'Flame Seedless', considerada suscetível ao problema, sintomas moderados e severos ocorreram quando a perda de água atingiu valores de 2,8% e 3,7%, respectivamente. Já nas bagas, em ambas as cultivares, os sintomas de enrugamento só surgiram quando a perda de água foi maior que 3,6% (CRISOSTO et al., 1994). Em geral, considera-se que uma perda de 5% já reduz a consistência e causa murcha, afetando a aparência e a firmeza ideais para o consumo de muitos frutos (WINKLER et al., 1974; AWAD, 1993).

A presença da cera pruína na superfície da baga reduz consideravelmente a perda de água, mas a transpiração do engaço pode estabelecer um gradiente de pressão entre os dois pontos, determinando uma mudança de direção do fluxo de água (MENCARELLI et al., 1994). Fatores condicionantes da transpiração podem estar envolvidos na expressão dos sintomas de escurecimento. A perda de água após a colheita, em uva de mesa 'Flame Seedless', por exemplo, é influenciada pelo período de exposição à luz solar e pela temperatura do fruto antes do resfriamento (CRISOSTO et al., 1994). Durante o armazenamento, a utilização de filmes poliméricos para embalagem dos cachos também afeta a perda de água. Reduções consideráveis da perda de água são possíveis quando são utilizadas, por exemplo, sacolas ou folhas plásticas de PEBD ou de polipropileno (PP) para acondicionamento dos cachos (ARTÉS-HERNÁNDEZ et al., 2006). Nestes casos, não apenas o tipo de filme, mas também sua espessura devem ser avaliados adequadamente, a fim de se obter os melhores resultados.

Na uva 'Itália', a perda de massa é acompanhada pelo decréscimo na resistência da baga à compressão, constituindo um sintoma de envelhecimento ou senescência (MENCARELLI et al., 1994).

O desgrane, comum em algumas cultivares, está relacionado à síntese de etileno pelos tecidos. Nakamura e Hori (1981) observaram que a presença de 80 mL.L⁻¹ de etileno no meio aumentou a percentagem de desgrane em uvas 'Kyoho' e 'Thompson Seedless'. Na primeira, o aumento foi de 37% para 89%, após dois e três dias de exposição àquele regulador de crescimento vegetal,

respectivamente. Nessas cultivares, o etileno induziu a formação de uma camada de abscisão na porção distal do pedicelo.

Outro problema relevante para a conservação pós-colheita das uvas é a ocorrência de uma injúria conhecida como abrasão. É decorrente do manuseio inadequado e pode ocorrer durante as operações de embalagem e transporte. Geralmente, ocorre em bagas friccionadas ou pressionadas contra a embalagem. A baga adquire, então, uma coloração marrom, com tendência a descolorir quando exposta ao dióxido de enxofre, desvalorizando-a comercialmente. Algumas cultivares, como a 'Itália', são especialmente sujeitas a esta injúria (SALUNKHE; DESAI, 1984). Outros tipos de injúrias economicamente importantes em uvas são aquelas decorrentes do frio e do calor.

A magnitude das perdas depende, fundamentalmente, da cultivar e das condições climáticas nas quais as uvas são produzidas (SALUNKHE; DESAI, 1984). Mas pode ser significativamente minimizada com o emprego de práticas culturais no vinhedo e de técnicas apropriadas de manuseio pós-colheita (CENCI, 1994). Citam-se os seguintes fatores que contribuem para a conservação e a manutenção da qualidade das uvas após a colheita: condições edafoclimáticas, técnicas culturais, características da cultivar, estágio de maturação, seleção dos cachos, resfriamento, tratamentos fitossanitários, embalagem e condições de armazenamento (ERIS; TURKBEN, 1989; PERKINS-VEAZIE et al., 1992; CENCI, 1994).

14.6.1 Refrigeração

O armazenamento a frio retarda as mudanças, em sua maioria degradativas, que ocorrem após a colheita da uva, possibilitando estender o período de comercialização ou reter temporariamente a oferta no mercado (WINKLER et al., 1974). É o método físico mais importante para manter a qualidade pós-colheita, sendo os demais considerados complementares (WILLS et al., 2007).

Reduzindo-se a temperatura, diminui-se a perda de água e o desenvolvimento de patógenos. A manutenção da cadeia de frio é essencial para assegurar a qualidade do produto. Ao contrário, situações de aquecimento intermitente reduzem a vida útil e causam problemas com o aparecimento de condensação, que diminui a resistência da embalagem e cria um ambiente favorável para o crescimento de fungos (BURDON, 1997).

Estudos realizados por Lima et al. (2002) indicaram que a vida útil de uva 'Itália' armazenada a $3,5\text{ °C} \pm 0,2\text{ °C}$ e $93\% \pm 6\%$ UR foi de 56 dias. O fator limitante foi o crescimento de microrganismos, que atingiu 0,7% das bagas. Ao mesmo tempo, foram observadas manchas de abrasão e/ou pressão em mais de 25% das bagas.

Em uvas 'Sugraone', Lima et al. (2004b) mencionaram que a vida útil foi limitada pelo desenvolvimento de fungos em 1,0% das bagas, associado à desidratação do engaço, comprometendo a aparência do cacho. Além destes dois fatores, Girardi e Silva (2002) citam que a ocorrência de rachaduras nas bagas de algumas cultivares também limita a vida útil das uvas, mesmo sob condições de refrigeração.

14.6.2 Geradores de SO₂

O anidrido sulfuroso (SO₂) é bastante utilizado no controle de podridões, como a causada por *Botrytis*, durante um extenso período de armazenamento (MUSTONEN, 1992). Além de *Botrytis cinerea*, Nelson (1979) cita que o SO₂ também é relativamente eficiente no controle de *Aspergillus niger*. Franck et al. (2005) observaram que o uso de geradores de SO₂ reduziu significativamente o crescimento dos fungos *Penicillium expansum* e *B. cinerea*, nas cultivares Red Globe, Thompson Seedless e Flame Seedless, armazenadas por até 120 dias, a 0 °C. Por outro lado, não exerceu controle sobre outros patógenos de ocorrência comum em uvas armazenadas, como *Rhizopus stolonifer* (NELSON, 1979).

Em uvas de mesa, cartelas de metabissulfito de sódio, como geradores de SO₂, integram o material de embalagem da maioria das cultivares destinadas a vários mercados. Contudo, a crescente restrição ao uso de químicos após a colheita de produtos consumidos frescos tem sido apontada como uma barreira à continuidade do seu uso, requerendo estudos de técnicas alternativas para uma possível substituição.

Após a colheita, o SO₂, que tem ação fungistática, é efetivo na prevenção ao desenvolvimento de podridões, mas sua eficiência depende do patógeno e da carga de inóculo. Altas quantidades, por sua vez, embora possam ser eficientes, causam branqueamento das bagas e odor desagradável (ZAHAVI et al., 2000).

A liberação do SO₂, a partir do sal metabissulfito de sódio ou de potássio, é função da umidade gerada pela respiração das uvas e mantida no interior das caixas de embalagem. Quando o vapor de água entra em contato com o metabissulfito de sódio ou de potássio, ele é degradado em SO₂ e H₂O (ZUTAHY et al., 2008). Outro fator que influencia a reação é a temperatura. Considerando que ambos, umidade e temperatura, tendem a variar ao longo da cadeia de comercialização, alguns problemas poderão ocorrer, sob determinadas situações. Os mais comuns são a insuficiente proteção contra podridões, o branqueamento das bagas devido à rápida vaporização, a hipersensibilidade ao sulfito (TAYLOR, 1993) e a sensibilidade aos odores gerados pelo resíduo do SO₂. Deve-se ressaltar que existe suscetibilidade diferencial entre cultivares. Segundo Franck et al. (2005), a cultivar Red Globe

parece ser muito sensível a altas concentrações de SO_2 , podendo apresentar amaciamento interno, que favorece a infecção por fungos como *Penicillium expansum*.

As folhas e outros materiais que podem ser usados para envolver as cartelas do gerador de SO_2 atuam como barreiras. Estas barreiras influenciam o tempo de liberação do gás, de forma que podem, dependendo do material utilizado e da sua espessura, reduzir a absorção do vapor de água pela cartela e diminuir os níveis iniciais de SO_2 no meio, fornecendo-o em quantidades menores, porém durante período de exposição maior. Este efeito pode estender o armazenamento em algumas cultivares (ZUTAHY et al., 2008).

Para reduzir o risco de branqueamento das bagas, principalmente daquelas localizadas na parte superior da caixa e das que estão mais próximas da cartela do gerador de SO_2 , recomenda-se envolver a cartela numa folha de papel glassine. Desta forma, durante a liberação de SO_2 , não haverá problemas com doses mais altas nas bagas que estiverem distribuídas na parte superior da embalagem.

Comercialmente, existem cartelas de geradores de SO_2 de fase lenta, rápida e dupla, indicadas para diferentes condições e períodos de armazenamento e de distribuição da uva. Em alguns países, também tem sido usado o sistema de injeção do gás diretamente nas caixas fechadas de uva, por meio de uma pistola dosadora.

A concentração de SO_2 a ser incluída na caixa deve considerar a quantidade (massa total) de uva embalada, respeitando o limite máximo aceitável de 10 mg.g^{-1} (SÖYLEMEZOGLU; AGAOGLU, 1994).

14.6.3 Atmosfera controlada

O armazenamento de uvas de mesa sob atmosfera controlada não é praticado no Brasil, principalmente pelo alto custo da técnica e pelo fato de essa fruta não ser armazenada por extensos períodos de tempo, como ocorre em outros países produtores.

A decisão sobre uso de atmosfera controlada em uva deve ser ponderada, considerando todo o manejo e os tratamentos aos quais os cachos são submetidos após a colheita, já que existem algumas ressalvas quanto ao seu emprego. Thompson (1998) e Crisosto et al. (2002) destacam que seu uso é incompatível com a fumigação com SO_2 e que diferentes cultivares, conforme o grau de maturidade em que são colhidas, requerem diferentes condições de atmosfera controlada. Segundo Thompson (1998), o armazenamento de uvas pode ser realizado sob atmosferas

com 1%–10% de CO₂ (ou 1 kPa–10 kPa) e 2%–5% O₂ (ou 2 kPa–5 kPa) por até sete meses, sob temperaturas de 5 °C.

Retamales et al. (2003), por sua vez, estudando o armazenamento de uvas 'Thompson Seedless' e 'Red Globe' sob atmosfera controlada (15%–30% de CO₂ e 5% de O₂), observaram redução na incidência de podridão causada por *Botrytis cinerea*. Contudo, a aparência do cacho foi prejudicada pela maior propensão ao escurecimento do engaço. Neste estudo, o tratamento mais eficiente na redução da podridão de *B. cinerea*, inclusive após a transferência dos frutos para temperatura ambiente, foi o de 15% de CO₂. Thompson (1998), também, relata o controle de *B. cinerea* sob condições de armazenamento de 0 °C–1 °C e atmosferas de 15%–25% de CO₂.

Em uvas 'Red Globe' armazenadas sob refrigeração durante 12 semanas, Crisosto et al. (2002) concluíram que concentrações de CO₂ superiores a 10% aceleraram o escurecimento do engaço e houve a formação de odores desagradáveis, os quais são indicativos de respiração anaeróbia. Contudo, se as uvas são colhidas mais tardiamente, o armazenamento pode ser realizado, por até duas semanas, em atmosfera com 10% de CO₂ combinada com 3%, 6% ou 12% de O₂. Quando a colheita dessa cultivar for precoce, com teores de SS menores, a condição recomendada pelos autores é de 10% de CO₂ combinado com 6% de O₂. Sob esta atmosfera, os cachos poderiam ser armazenados por, no máximo, quatro meses. As diferenças são devidas, principalmente, à suscetibilidade diferencial do engaço ao escurecimento ao longo da maturação. As mudanças na composição de fenólicos nesses tecidos, durante a maturação, determinam o potencial de escurecimento ou de desidratação após a colheita.

O uso de atmosferas com concentração de CO₂ ainda maiores, conhecidas como atmosfera inseticida, também tem sido relatado como bem-sucedido. O controle das pragas *Paltynota stultana*, *Tetranychus pacificus* e *Frankliniella occidentalis* foi obtido com atmosferas de 45% de CO₂ e 11,5% de O₂, a 0 °C. Nestas condições, não ocorreram injúrias nas uvas (THOMPSON, 1998).

Por sua vez, quando a atmosfera controlada é formada por meio de altas concentrações de O₂, um dos eventos fisiológicos mais afetados é o desgrane das bagas. O desgrane geralmente ocorre devido à formação de uma zona de abscisão a partir do pedicelo e das células dos tecidos do fruto. Em uva 'Kyoho', Deng et al. (2007) concluíram que o armazenamento em atmosfera com 80% de O₂, a 0 °C e 95% de UR durante 60 dias, reduziu o desgrane como consequência da forte limitação da atividade das enzimas poligalacturonase, pectinametilesterase e celulases, que atuam na degradação de componentes da

parede celular. Desta forma, os benefícios seriam mais aplicáveis a cultivares suscetíveis a esse problema.

14.6.4 Choque de CO₂

Alguns estudos têm sido realizados para verificar a eficiência do uso de tratamentos com altos níveis de CO₂, durante períodos curtos (48 a 72 horas) na conservação pós-colheita de uva. Resultados experimentais indicaram que este tipo de tratamento reduziu a perda de massa, o amaciamento da polpa e o escurecimento do engaço, bem como controlou deteriorações patológicas em uvas 'Cardinal' (ASSIS et al., 2001; SANCHEZ-BALLESTA et al., 2006). Romero et al. (2008) salientaram, ainda, que altos níveis de CO₂ no ambiente reduziram a sensibilidade dessa mesma cultivar a baixas temperaturas.

Alguns estudos estão sendo realizados com a cultivar 'Sugraone', mas ainda não são conclusivos. Os primeiros resultados indicaram que a aplicação de 15% ou 20% de CO₂, durante 72 horas, reduziu a perda de massa e a ocorrência de murcha de bagas durante o armazenamento refrigerado. No entanto, prolongando-se o período de refrigeração, o crescimento de microrganismos nos cachos tratados foi favorecido (AZEVEDO et al., 2004). Quando a dose de CO₂ aplicada foi de 15% e o tempo de exposição de 48 horas, Azevedo et al. (2005) observaram melhoria da aparência dos cachos da uva 'Sugraone', resultante da limitação da ocorrência de manchas e murcha das bagas, bem como do atraso temporário na desidratação do engaço. Em outros frutos, existem registros de preservação da cor e retenção da firmeza (HRIBAR et al., 1994).

Com a evolução da pesquisa, estas características poderão ser avaliadas nas uvas de mesa cultivadas no Submédio do Vale do São Francisco, na perspectiva de se determinar a concentração ideal, que potencialize a qualidade e a vida útil dos cachos.

14.6.5 Outras técnicas

Além das técnicas mencionadas, outras têm sido estudadas, podendo representar opções de uso, conforme as condições de manejo pós-colheita praticadas e o mercado que se pretende alcançar. Porém, estas técnicas, que são mais recentes, ainda possuem aplicação comercial limitada. Entre elas, podem ser citadas, como importantes para uvas de mesa, a exposição à luz ultravioleta, aplicações de soluções de etanol, tratamentos com vapor quente e a utilização de agentes biológicos para controle de doenças pós-colheita (controle biológico). Os avanços e resultados obtidos com o emprego destas técnicas serão discutidos a seguir.

14.6.5.1 Luz ultravioleta

O uso de luz ultravioleta (UV-C) é um dos métodos físicos que oferece possibilidades de controle de podridões pós-colheita (NIGRO et al., 1998), apresentando vantagens importantes, como (SANHUEZA; MAIA, 2001):

- Não contamina o produto.
- Não tem efeito residual.
- Não é radiação ionizante.
- É um potente germicida.
- Tem o potencial de induzir a ativação de mecanismos de resistência.

No que diz respeito à indução de resistência, ela está relacionada ao aumento da formação de fitoalexinas e compostos fenólicos. Os últimos contribuem para a cicatrização de ferimentos, pela lignificação das paredes celulares em torno destes ferimentos e por suas propriedades antimicrobianas (SANKAT; MAHARAJ, 1997). Em uva, a luz UV-C foi efetiva na redução do número de bagas infectadas por *Botrytis*, bem como do diâmetro da lesão (NIGRO et al., 1998). Segundo os autores, os efeitos foram observados a 254 nm, com doses muito baixas de UV-C, como 0,125 kJ.m⁻² a 0,5 kJ.m⁻². De acordo com Sanhueza e Maia (2001), esse tratamento também induz a produção de dois importantes compostos de defesa na uva: resveratrol e viniferina. Porém, os mecanismos fisiológicos relacionados à indução de resistência ainda precisam ser melhor estudados (NIGRO et al., 1998).

Doses excessivas de UV-C, especialmente aquelas superiores a 1kJ.m⁻², podem causar lesões às bagas. Os danos consistem de escurecimento ou bronzeamento da casca, formando pontuações com margens irregulares localizadas, principalmente, próximo ao pedicelo. Os sintomas na cultivar Itália apareceram 3 a 4 dias após o tratamento com UV-C, quando as uvas estavam sob armazenamento a 21 °C, e após 7 a 10 dias, naquelas que estiveram armazenadas a 3 °C (NIGRO et al. 1998).

14.6.5.2 Etanol

Considerando a influência do etanol sobre o amadurecimento e a senescência dos tecidos, alguns estudos têm proposto sua utilização na conservação pós-colheita de uvas. Na cultivar Chasselas, Chervin et al. (2005) observaram que doses de 3,75 mL.kg⁻¹ de uva são tão eficientes na preservação da qualidade e no controle de *B. cinerea* quanto os geradores de SO₂ usados comercialmente. Além disso, o procedimento proposto é prático, já que usa cartelas

pré-embecidas com etanol, e manteve a turgidez do engaço durante um mês de armazenamento da uva, a 0 °C.

Nas cultivares Perlette, Thompson Seedless e Sugraone, Lichter et al. (2002) avaliaram a aplicação de solução de etanol 50%, por imersão dos cachos durante 5 segundos, seguida de secagem à sombra por 30 a 60 minutos. Na uva 'Perlette', os autores verificaram que a aplicação de etanol reduziu a ocorrência de *B. cinerea*, durante os oito dias em que os cachos foram mantidos a 20 °C. O efeito foi comparável ao observado com o uso de SO₂. Em 'Thompson Seedless', foram observados resultados semelhantes quando foram usadas soluções de 35% a 50% de etanol após 5 semanas a 0 °C, seguidas por 3 dias a 20 °C.

Lichter et al. (2002) destacam que a ação do etanol no controle de podridões pós-colheita da uva não é uniforme. Para *Alternaria* spp., o tratamento não é eficiente. Portanto, além da avaliação das respostas para diferentes cultivares, doses do produto e condições de armazenamento, é necessário verificar quais são os microrganismos de importância econômica que precisariam ser controlados com o etanol e a viabilidade do seu uso.

14.6.5.3 Vapor quente

Os tratamentos com vapor quente são usados em muitos países, principalmente para tratamentos quarentenários de frutos subtropicais. O sucesso deste tipo de tratamento depende da existência de uma diferença de tolerância ao calor suficiente entre o hospedeiro e o patógeno (LYDAKIS; AKED, 2003b).

Em uvas, o tratamento a vapor quente pode ser uma alternativa viável ao uso de SO₂ para controle de mofo cinzento, causado por *B. cinerea*. O efeito é direto, matando ou suprimindo o patógeno em todos os estádios de seu ciclo de vida. O cacho pode ser subsequentemente armazenado a 0,5 °C, por, pelo menos, 10 semanas, sem que a doença atinja níveis comercialmente significativos, ainda que seguido de uma semana de armazenamento sob temperatura de 20 °C (LYDAKIS; AKED, 2003a).

Em uvas 'Thompson Seedless', tratamentos a 52,5 °C, por 21 e 24 minutos, e a 55 °C, por 18 a 27 minutos, não afetaram a perda de água. Entretanto, quando o vapor de água é usado a 55 °C por 30 min ou 58 °C por 18 a 21 minutos, a perda de água do cacho aumentou significativamente (LYDAKIS; AKED, 2003b). Neste caso, os autores sugerem que a temperatura elevada aumentou a pressão de turgescência em algumas bagas, excedendo a força de ruptura da casca.

Estudos nessa linha de pesquisa também têm avaliado o uso do vapor de acetaldeído e peróxido de hidrogênio para controle de podridões pós-colheita em

uva. Contudo, da mesma forma que o vapor de água quente, ainda estão no âmbito da pesquisa, apesar da comprovada eficiência em alguns casos.

14.6.5.4. Controle biológico

O controle biológico pode ser usado como uma alternativa aos fungicidas. O método emprega microrganismos saprófitas para proteger frutos e hortaliças da infecção por patógenos.

Apesar de existirem muitos agentes biológicos potenciais para controle de doenças pós-colheita, incluindo fungos, bactérias e leveduras, a avaliação comercial ainda é muito restrita. Mas a capacidade de antibióticos naturais de controlar o crescimento de alguns fungos está sendo, a cada dia, melhor conhecida. Os agentes de controle são substâncias antifúngicas produzidas por estas bactérias (WILLS et al., 2007).

Zahavi et al. (2000) mencionaram as leveduras *Kloeckera apiculata* e *Candida guilliermondii* (linhagem U.S.7), quando aplicadas em imersões após a colheita, como agentes de proteção em bagas de uvas, reduzindo a incidência de podridões.

Enquanto substâncias antifúngicas ou os próprios organismos podem ocorrer naturalmente, elas terão que ser testadas em relação a possíveis toxicidades ao homem e riscos de câncer. Ainda, devem ser consideradas as possibilidades de respostas alergênicas no homem (WILLS et al., 2007).

14.7 Considerações finais

Para que a proposição de técnicas de manejo e conservação pós-colheita da uva seja bem sucedida, é necessário que sejam reconhecidos os eventos biológicos durante o ciclo de vida da baga e os fatores que influenciam suas respostas. Após a colheita, a manutenção da qualidade da uva é possível a partir da interferência direta na velocidade com que esses eventos acontecem ou na prevenção da ação degradativa de agentes externos. Diferentes métodos podem ser aplicados ou adaptados para uso em uvas, muitos dos quais com recomendação de uso comercial. Contudo, a escolha por aquele ou aqueles que forneçam melhores respostas depende, principalmente, da cultivar produzida, do objetivo final da produção (vinhos, sucos ou uvas de mesa), do mercado que se pretende atingir, do custo da tecnologia, do possível valor que se agregaria ao produto colhido e da adequação a normas e padrões de qualidade. Esta visão abrangente e segura da produção e do produto condiciona o sucesso na comercialização e a redução das perdas pós-colheita.

14.8 Referências

- ALI, Z. M.; LAZAN, H. Guava. In: MITRA, S. (Ed.). **Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits**. Wallingford: CAB International, 1997. p. 145-165.
- ARTÉS-HERNÁNDEZ, F.; TOMÁS-BARBERÁN, F. A.; ARTÉS, F. Modified atmosphere packaging preserves quality of free SO₂ 'Superior seedless' table grapes, **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 39, p. 146-154, 2006.
- ASOCIACIÓN DE EXPORTADORES DE CHILE. **Fruta fresca chilena de exportación: uva de mesa: manual de productos**. Santiago, 1997. p. 2-13.
- ASSIS, J. S. de; BACINA, R. M.; ESCRIBANO, M. I.; MERODIO, C. Postharvest quality and conservation of Cardinal grapes pretreated with CO₂ concentration. In: CONGRESO NACIONAL DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE CIENCIAS HORTICOLAS, 9.; REUNIÓN DE LA SOCIEDAD INTERAMERICANA DE HORTICULTURA TROPICAL, 47.; CONGRESO DE LA ASOCIACIÓN MEXICANA DE HORTICULTURA ORNAMENTAL, 8., 2001, Hermosillo. **Resúmenes...** Hermosillo: ISTH, 2001. p. 221.
- AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.
- AZEVEDO, S. S. N.; LIMA, M. A. C. de; SILVA, A. L. da; SÁ, N. M. de S.; COSTA, R. de S. Exposição temporária da uva 'Superior Seedless' a altas concentrações de CO₂ durante o armazenamento refrigerado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Epagri-SBF, 2004. 1 CD-ROM.
- AZEVEDO, S. S. N.; LIMA, M. A. C. de; SILVA, A. L. da; SÁ, N. M. de S.; COSTA, R. de S. Tratamentos pós-colheita de curta duração com 15% de CO₂ em uva 'Superior Seedless' armazenada sob refrigeração. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS TROPICAIS, 1., 2005, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: UFPB-SBF, 2005. 1 CD-ROM.
- AZIZ, P. A.; YUSOF, S. Physico-chemical characteristics of soursop fruit (*Anona muricata*) during growth and development. **ASEAN Food Journal**, New York, v. 9, n. 4, p. 147-150, 1994.
- BACHMANN, O. Peroxidase isoenzyme patterns in Vitaceae. **Vitis**, Landau, v. 33, n. 3, p. 151-153, 1994.
- BARNAVON, L.; DOCO, T.; TERRIER, N.; AGEORGES, A.; ROMIEU, C.; PELLERIN, P. Analysis of cell wall neutral sugar composition, b-galactosidase activity and a related cDNA clone throughout the development of *Vitis vinifera* grape berries. **Plant Physiology**, Rockville, v. 38, n. 4, p. 289-300, 2000.
- BARTLEY, I. M.; KNEE, M. The chemistry of textural changes in fruit during storage. **Food Chemistry**, Oxford, v. 9, n. 1, p. 47-58, 1982.
- BATISSE, C.; FILS-LYCAON, B.; BURET, M. Pectin changes in ripening cherry fruit. **Journal of the Food Science**, Chicago, v. 59, n. 2, p. 389-393, 1994.
- BENATO, E. A. Tecnologia, fisiologia e doenças pós-colheita de uvas de mesa. In: POMMER, C. V. (Ed.). **Uva: tecnologia da produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p. 635-723.

BERGQVIST, J.; DOKOOZLIAN, N.; EBISUDA, N. Sunlight exposure and temperature effects on berry growth and composition of Cabernet Sauvignon and Grenache in the Central San Joaquin Valley of California. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 52, n. 1, p. 1-7, 2001.

BEVILAQUA, G. A. P. Avaliações físico-químicas durante a maturação de videiras cultivadas no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 1, n. 3, p. 151-156, 1995.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento. **Instrução normativa nº 1, de 04 de fevereiro de 2002**: regulamento técnico de identidade e qualidade para a classificação da uva fina de mesa. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>. Acesso em: 8 jul. 2005.

BURDON, J. N. Postharvest handling of tropical and subtropical fruit for export. In: MITRA, S. (Ed.). **Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits**. Wallingford: CAB International, 1997. p. 1-20.

BUREN, J. van. Fruit phenolics. In: HULME, A. C. **The biochemistry of fruits and their products**. New York: Academic, 1970. v. 1, p. 269-304.

CANTIN, C. M.; FIDELIBUS, M. W.; CRISOSTO, C. H. Application of abscisic acid (ABA) at veraison advanced red color development and maintained postharvest quality of 'Crimson Seedless' grapes. **Postharvest biology and technology**, New York, v. 46, n. 3, p. 237-241. 2007.

CENCI, S. A. **Ácido naftalenoacético (ANA) e cloreto de cálcio na pré-colheita de uva Niagara Rosada (*Vitis labrusca* L. X *Vitis vinifera* L.): avaliação do potencial de conservação no armazenamento**. 1994. 109 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Curso de Pós-graduação em Ciência dos Alimentos, Escola Superior de Agricultura de Lavras, 1994.

CHERVIN, C.; WESTERCAMP, P.; MONTEILS, G. Ethanol vapours limit Botrytis development over the postharvest life of table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 36, n. 3, p. 319-322, 2005.

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

CIVELLO, P. M.; MARTÍNEZ, G. A.; CHAVES, A. R.; AÑÓN, M. C. Peroxidase from strawberry fruit (*Fragaria ananassa* Duch.): partial purification and determination of some properties. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Columbus, v. 43, n. 10, p. 2596-2601, 1995.

CONWAY, W. S.; JANISIEWICZ, W. J.; KLEIN, J. D.; SAMS, C. Strategy for combining heat treatment, calcium infiltration, and biological control to reduce postharvest decay of 'Gala' apples. **HortScience**, Alexandria, v. 34, n. 4, p. 700-704, 1999.

CONWAY, W. S.; SAMS, C. E. Calcium infiltration of Golden Delicious apples and its effect on decay. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 74, n. 2, p. 1068-1071, 1983.

CONWAY, W. S.; SAMS, C. E.; MCGUIRE, R. G.; KELMAM, A. Calcium treatment of apples and potatoes to reduce postharvest decay. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 76, n. 4, p. 329-334, 1992.

COOMBE, B. G. Development of the grape berry: I. Effects of time of flowering and competition. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 31, n. 1, p. 125-131, 1980.

COOMBE, B. G. Distribution of solutes within the developing grape berry in relation to its morphology. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 38, n. 2, p. 120-127, 1987.

COOMBE, B. G. Research on development and ripening of the grape berry. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 43, n. 1, p. 101-110, 1992.

COOMBE, B. G. The development of flesh fruits. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 27, p. 507-528, 1976.

COOMBE, B. G. The grape berry as a sink. **Acta Horticulturae**, Leiden, n. 239, p. 149-158, 1989.

COOMBE, B. G.; BISHOP, G. R. Development of the grape berry: II. Changes in diameter and deformability during veraison. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 31, n. 3, p. 499-509, 1980.

CRISOSTO, C. H.; GARNER, D.; CRISOSTO, G. Carbon dioxide-enriched atmospheres during cold storage limit losses from Botrytis but accelerate rachis browning of 'Red Globe' table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 26, n. 1, p. 181-189, 2002.

CRISOSTO, C. H.; SMILANICK, J. L.; DOKOOZLIAN, N. K.; LUVISI, D. Maintaining table grape post-harvest quality for long distant markets. **Proceedings of the International Symposium Table Grape Production**, Davis, p. 195-199, June 1994.

DIAKOU, P.; SVANELLA, L.; RAYMOND, P.; GAUDILLÈRE, J. P.; MOING, A. Phosphoenolpyruvate carboxylase during grape berry development: protein level, enzyme activity and regulation. **Australian Journal of Plant Physiology**, v. 27, p. 221-229, 2000.

DIÉGUEZ, S. C.; LOIS, L. C.; GÓMEZ, E. F.; PEÑA, M. L. G. de la. Aromatic composition of the *Vitis vinifera* grape Albariño. **Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie**, Berna, v. 36, p. 585-590, 2003.

EL KEREAMY, A.; CHERVIN, C.; SOUQUET, J. M.; MOUTOUNET, M.; MONJE, M. C.; NEPVEU, F.; MONDIES, H.; FORD, C. M.; HEESWIJCK, R. van; ROUSTAN, J. P. Ethanol triggers grape gene expression leading to anthocyanin accumulation during berry ripening. **Plant Science**, Limerick, v. 163, p. 449-454, 2002.

ERIS, A.; TURKBEN, C. Changes of some quality factors during cold storage of different table grapes grown in Turkey. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 258, p. 413-419, 1989.

FERNÁNDEZ-LÓPEZ, J. A.; ALMELA, L.; MUÑOZ, J. A.; HIDALGO, V.; CARREÑO, J. Dependence between colour and individual anthocyanin content in ripening grapes. **Food Research International**, Great Britain, v. 31, n. 9, p. 667-672, 1999.

FILGUEIRAS, H. A. C.; CHITARRA, M. I. F. Influência da embalagem e temperatura de armazenamento sobre os teores de compostos fenólicos em ameixa roxa Delfim Moreira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 23, n. 1, p. 63-74, 1988.

FRANCK, J.; LATORRE, B. A.; TORRES, R.; ZOFFOLI, J. P. The effect of preharvest fungicide and

postharvest sulfur dioxide use on postharvest decay of table grapes caused by *Penicillium expansum*. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 37, n. 1, p. 20-30, 2005.

FRÉMONT, L. Biological effects of resveratrol. **Life Sciences**, Washington, DC, v. 66, n. 8, p. 663-673, 2000.

GALEAZZI, M. A. M. Comportamento das polifenoloxidasas em alimentos. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, Havana, v. 34, n. 2, p. 269-289, 1984.

GERASOPOULOS, D.; CHOULIARAS, V.; LIONAKIS, S. Effects of preharvest calcium chloride sprays on maturity and storability of Hayward kiwifruit. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 7, n. 1-2, p. 65-72, 1996.

GIRARDI, C. L.; SILVA, G. A. Armazenamento refrigerado de uva Dona Zilá utilizando diferentes filmes de polietileno e SO₂. **Revista Ibero-Americana de Tecnología Pos-cosecha**, Hermosillo, v. 4, n. 2, p. 140-149, 2002.

GUERRA, C. C. Processos de elaboração. In: GUERRA, C. C.; MANDELLI, F.; TONIETTO, J.; ZANUS, M. C.; CAMARGO, U. A. **Conhecendo o essencial sobre uvas e vinhos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. p. 47-57. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 48).

GUERRA, C. C.; DAUD, C. E.; RIZZON, L. A. Evolução dos teores dos ácidos tartárico e málico durante a maturação de uvas tintas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 27, n. 3, p. 479-491, 1992.

GUNATA, Y. Z.; SAPIS, J. C.; MOUTOUNET, M. Substrates and aromatic carboxylic acid inhibitors of grape phenol oxidases. **Phytochemistry**, Oxford, v. 26, n. 6, p. 1573-1575, 1987.

GUPTA, O. P.; JINDAL, P. C.; SINGH, B. P. Effect of pre-harvest spray of calcium nitrate on the storage behavior of grape cv. Perlette. **Haryana Agricultural University Journal of Research**, Hissar, v. 10, n. 2, p. 204-206, 1980.

HAJI, F. N. P.; LOPES, P. R. C.; MOREIRA, A. N.; COSTA, V. S. de O. (Ed.). **Normas técnicas e documentos de acompanhamento da produção integrada de uvas finas de mesa**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2003. 74 p. (Embrapa Semi-Árido. Documentos, 184).

HANSON, E. J.; BEGGS, J. L.; BEAUDRY, R. M. Applying calcium chloride postharvest to improve highbush blueberry firmness. **HortScience**, Alexandria, v. 28, n. 10, p. 1033-1034, 1993.

HRAZDINA, G.; PARSONS, G. F.; MATTICK, L. R. Physiological and biochemical events during development and maturation of grape berries. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 35, n. 4, p. 220-227, 1984.

HRIBAR, J.; PLESTENJAK, A.; VIDRIH, R.; SIMCIC, M. Influence of CO₂ shock treatment and ULO storage on apple quality. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 368, p. 634-640, 1994.

IANSEN, C.; MARASCHIN, R. dos P.; ABREU, M. F. de; ARSEGO, J. L.; VENDRUSCOLO, L. F.; DIAS, P. F.; PEDROTTI, E. L.; MARASCHIN, M. Análise do conteúdo de trans-resveratrol, fenóis totais e antocianinas em vinhos tintos e sucos de uva produzidos em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO

BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 17., 2002, Belém. **Anais...** Belém: Embrapa Amazônia Oriental; SBF, 2002. 1 CD-ROM.

ISHIMARU, M.; KOBAYASHI, S. Expression of a xyloglucan endo-transglycosylase gene is closely related to grape berry softening. **Plant Science**, Limerick, v. 162, n. 4, p. 621-268, 2002.

JOHNSTON, J. W.; HEWETT, E. W.; HERTOGE, M. L. A. T. M.; HARKER, F. R. Temperature induces differential softening responses in apple cultivars. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 23, n. 2, p. 185-196, 2001.

JONH, M. A.; DEY, P. M. Postharvest changes in fruit cell wall. **Advances in Food Research**, New York, v. 30, p. 139-185, 1986.

KANELIS, A. K.; ROUBELAKIS-ANGELAKIS, K. A. Grape. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London, UK: Chapman & Hall, 1993. p. 189-234.

KAYS, S. J. **Postharvest physiology of perishable plant products**. New York: AVI Book, 1991. 532 p.

KNEE, M.; PAULL, R. E.; BEN-ARIE, R.; HAWKER, J. S. Enzymes in fruits. In: FOX, P. F. **Food enzymology**. London, UK: Elsevier Applied Science, 1991. v. 1, p. 545-598.

KOCHHAR, S.; KOCHHAR, V. K.; KHANDUJA, S. D. Changes in the pattern of isoperoxidases during maturation of grape berries cv. Gulabi as affected by ethephon (2-chloroethyl) phosphonic acid. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 30, n. 4, p. 275-277, 1979.

LEE, C. Y.; JAWORSKI, A. W. Phenolics and browning potential of white grapes grown in New York. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 39, n. 4, p. 337-340, 1988.

LESTER, G. Calcium alters senescence rate of postharvest muskmelon fruit disks. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 7, p. 91-96, 1996.

LICHTER, A.; ZUTKHY, Y.; SONEGO, L.; DVIR, O.; KAPLUNOV, T.; SARIG, P.; BEN-ARIE, R. Ethanol controls postharvest decay of table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 24, n. 3, p. 301-308, 2002.

LIMA, E. D. P. de A. **Purificação e caracterização bioquímica da polifenoloxidase (PPO) em fruto da família anonácea – pinha (*Annona squamosa* L.)**. 1999. 132 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos)– Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 1999.

LIMA, M. A. C. de; ALVES, R. E.; ASSIS, J. S. de; COSTA, J. T. A. Conservação pós-colheita de uva 'Itália' submetida a aplicação de cálcio: I. Perda de massa, alterações físico-químicas e teores de cálcio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 3, p. 576-584, 2000a.

LIMA, M. A. C. de; ALVES, R. E.; ASSIS, J. S. de; FILGUEIRAS, H. A. C.; COSTA, J. T. A. Qualidade, fenóis e enzimas oxidativas de uva 'Itália' sob influência do cálcio, durante a maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 12, p. 2493-2499, 2000b.

LIMA, M. A. C. de; ALVES, R. E.; ASSIS, J. S. de; FILGUEIRAS, H. A. C.; COSTA, J. T. A. Aparência, compostos fenólicos e enzimas oxidativas em uva 'Itália' sob influência do cálcio e do armazenamento refrigerado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 39-43, 2002.

LIMA, M. A. C. de ; TRINDADE, D. C. G. da ; AMARIZ, A. ; RIBEIRO, T. P.; SANTOS, A. C. N. dos. Alterações relacionadas ao amaciamento da uva Superior Seedless durante a maturação. In: Congresso Brasileiro de Viticultura e Enologia, 12., 2008, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2008. p. 106-106.

LIMA, M. A. C. de; DANTAS, B. F.; RIBEIRO, L. de S.; SILVA, A. L. da. Alterações nos teores de sólidos solúveis totais, de antocianinas e na acidez total titulável durante a maturação da uva 'Petite Syrah'. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10., 2003, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2003. p. 196.

LIMA, M. A. C. de; LEÃO, P. C. de S.; SILVA, A. L. da; AZEVEDO, S. S. N.; SANTOS, P. de S. Evolução de compostos químicos durante a maturação de uvas para vinho tinto produzidas no Vale do São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, 10., 2005, Recife. **Resumos expandidos...** Recife: UFRPE: UFPE, 2005. 1 CD-ROM.

LIMA, M. A. C. de; LEÃO, P. C. de S.; SILVA, A. L. da; AZEVEDO, S. S. N.; SANTOS, P. de S. Maturação de uvas para vinho no Vale do São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Epagri-SBF, 2004a. 1 CD-ROM.

LIMA, M. A. C. de; SILVA, A. L. da; ASSIS, J. S. de. Vida útil pós-colheita da uva de mesa 'Superior Seedless' após armazenamento refrigerado. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, Miami, v. 47, p. 272-274, 2004b.

LYDAKIS, D.; AKED, J. Vapour heat treatment of Sultanina table grapes: I. Control of *Botrytis cinerea*. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 27, n. 1, p. 109-116. 2003a.

LYDAKIS, D.; AKED, J. Vapour heat treatment of Sultanina table grapes: II. Effects on postharvest quality. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 27, n. 1, p. 117-126, 2003b.

MANDELLI, F.; ZANUS, M. C. O clima e a safra vitícola. In: GUERRA, C. C.; MANDELLI, F.; TONIETTO, J.; ZANUS, M. C.; CAMARGO, U. A. **Conhecendo o essencial sobre uvas e vinhos**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005. p. 31-37. (Embrapa Uva e Vinho. Documentos, 48).

MAYER, A. M.; HAREL, E. Phenoloxidases and their significance in fruit and vegetables. In: FOX, P. F. **Food enzymology**. London, UK: Elsevier Applied Science, 1991. v. 1, p. 373-398.

MCCOLLUM, T. G.; HUBER, D. J.; CANTLIFFE, D. J. Modification of polyuronides and hemicelluloses during muskmelon fruit softening. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 76, n. 3, p. 303-308, 1989.

MENCARELLI, F.; MASSANTINI, R.; LANZAROTTA, L.; BOTONDI, R. Accurate detection of firmness and colour changes in the packing of table grapes with paper dividers. **Journal of Horticultural Science**, Kent, v. 69, n. 2, p. 299-304, 1994.

MOUTOUNET, M.; RIGAUD, J.; SOUQUET, J. M.; CHEYNIER, V. Caractérisation structurale des tanins de la baie de raisin: quelques exemples de l'incidence du cépage, du terroir et du mode de conduite de la vigne. **Bulletin de l'OIV**, Paris, v. 69, n. 783-784, p. 433-443, 1996.

MULLINS, M. G.; BOUQUET, A.; WILLIAMS, L. E. **Biology of horticultural crops: biology of the grapevine**. Cambridge: Cambridge University Press, 1992. 239 p.

MURATA, M.; TSURUTANI, M.; TOMITA, M.; HOMMA, S.; KANEKO, K. Relationship between apple ripening and browning: changes in polyphenol content and polyphenol oxidase. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Columbus, v. 43, n. 5, p. 1115-1121, 1995.

MUSTONEN, H. M. The efficacy of a range of sulfur dioxide generating pads against *Botrytis cinerea* infection and on out-turn quality of Calmeria table grapes. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 32, p. 389-393, 1992.

NAKAMURA, M.; HORI, Y. Postharvest berry drop of seedless berries produced by GA treatment in grape cultivar Kyoho: relationship between postharvest berry drop and rachis hardness. **Tokoyu Journal of Agricultural Research**, Sendai, v. 32, n. 1, p. 1-13, 1981.

NELSON, K. E. **Harvesting and handling California table grapes for market**. California: University of California, 1979. 67 p. (Bulletin, 1913).

NELSON, K. E. The grape. In: SKIN, N. A. M. (Ed.). **Quality and preservation of fruits**. Boca Raton: CRC Press, 1991. v. 1, p. 165-167.

NIGRO, F.; IPPOLITO, A.; LIMA, G. Use of UV-C light to reduce *Botrytis* storage rot of table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 13, p. 171-181, 1998.

PERCY, A. E.; MELTON, L. D.; JAMESON, P. E. Xyloglucan and hemicelluloses in the cell wall during apple fruit development and ripening. **Plant Science**, Limerick, v. 125, n. 1, p. 31-39, 1997.

PERKINS-VEAZIE, P. M.; COLLINS, J. K.; LLOYD, J.; STRIEGLER, R. K. Influence of package on post-harvest quality of Oklahoma and Arkansas table grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 43, n. 1, p. 79-82, 1992.

POOVAIAH, B. W. Role of calcium in prolonging storage life of fruits and vegetables. **Food Technology**, Chicago, v. 40, n. 5, p. 86-89, 1986.

RAMOS, R.; ANDRADE, P. B.; SEABRA, R. M.; PEREIRA, C.; FERREIRA, M. A.; FAIA, M. A. A preliminary study of non-coloured phenolics in wines of varietal white grapes (códéga, gouveio and malvasia fina): effects of grape variety, grape, maturation and technology of winemaking. **Food Chemistry**, Columbus, v. 67, n. 1, p. 39-44, 1999.

REITER, W. D. The molecular analyses of cell wall in the interactions of plant cells: analysis using carrots cultured cells. **Trends in Plant Science**, Paris, v. 3, n. 1, p. 27-32, 1998.

RETAMALES, J.; DEFILIPPI, B. G.; ARIAS, M.; CASTILLO, P.; MANRÍQUEZ, D. High-CO₂ controlled atmospheres reduce decay incidence in Thompson Seedless and Red Globe table grapes. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 29, p. 177-182, 2003.

RIBÉREAU-GAYON, J.; PEYNAUD, E. **Trattato di enologia**: maturazione dell'uva fermentazione alcolica vinificazione. Bologna: Edizione Agricole, 1971. v. 1, 748 p.

ROBARDS, K.; PRENZLER, P. D.; TUCKER, G.; SWATSITANG, P.; GLOVER, W. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. **Food Chemistry**, Oxford, v. 66, n. 4, p. 401-436, 1999.

ROBINSON, D. S. Peroxidases and their significance in fruits and vegetables. In: FOX, P. F. **Food enzymology**. London, UK: Elsevier Applied Science, 1991. v. 1, p. 399-426.

ROMEYER, F. M.; MACHEIX, J. J.; SAPIS, J. C. Changes and importance of oligomeric procyanidins during maturation of grape seeds. **Phytochemistry**, Oxford, v. 25, n. 1, p. 219-221, 1986.

ROSILLO, L.; SALINAS, M. R.; GARIJO, J.; ALONSO, G. L. Study of volatiles in grapes by dynamic headspace analysis application to the differentiation of some *Vitis vinifera* varieties. **Journal of Chromatography A**, Amsterdam, v. 847, n. 1-2, p. 155-159, 1999.

RUFFNER, H. P.; BREM, S.; MALIPIERO, U. The physiology of acid metabolism in grape berry ripening. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 139, p. 123-128, 1983.

SÁ, S. G. **Conservação da uva 'Crimson Seedless' submetida à aplicação pré-colheita de revestimentos solúveis**. 2004. 45 f. Dissertação (Graduação em Engenharia Agrônoma)–Faculdade de Ciências Agrárias de Araripina, 2004.

SALUNKHE, D. K.; DESAI, B. B. **Postharvest biotechnology of fruits**. Boca Raton: CRC Press, 1984. v. 1, 168 p.

SÁNCHEZ-PALOMO, E.; DÍAZ-MAROTO, M. C.; PÉREZ-COELLO, M. S. Rapid determination of volatile compounds in grapes by HS-SPME couples with GC-MS. **Talanta**, Bruxelles, v. 66, n. 5, p. 1152-1157, 2005.

SANHUEZA, R. M. V.; MAIA, L. **Utilização da luz ultravioleta (UV-C) na proteção de maçãs Fuji da podridão por *Penicillium expansum***. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2001. 20 p. (Embrapa Uva e Vinho. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 10).

SANKAT, C. K.; MAHARAJ, R. Papaya. In: MITRA, S. (Ed.). **Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits**. Wallingford: CAB International, 1997. p. 167-189.

SANTOS, P. de S.; LIMA, M. A. C. de; SILVA, A. L. da; AZEVEDO, S. S. N. Maturação de uva 'Superior Seedless' cultivada no Vale do São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Epagri-SBF, 2004. 1 CD-ROM.

SAÑUDO, R. B.; TADEI, E. B.; CONTRERAS, J. L. O.; RUIZ, J. N. M. Uso de diferentes mezclas cerosas para evitar la deshidratación del raquis en uva de mesa en postcosecha. **Proceedings of the Interamerican Society for Horticultural Science**, Miami, v. 42, p. 119-122, 2001.

SAPIS, J. C.; MACHEIX, J. J.; CORDONNIER, R. E. The browning capacity of grapes: II. Browning potential and polyphenol oxidase activities in different mature grape varieties. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 34, n. 3, p. 157-162, 1983.

SEYMOUR, G. B.; GROSS, K. C. Cell wall disassembly and fruit softening. **Postharvest News and Information**, London, UK, v. 7, n. 3, p. 45-52, 1996.

SILVA, E. M. Mecanismos bioquímicos de fisiopatias importantes de frutas. In: CONGRESO IBEROAMERICANO DE TECNOLOGIA POSTCOSECHA Y AGROEXPORTACIONES, 2., 2000, Bogotá. **Memorias...** Bogotá: Universidad Nacional de Colombia, 2000. p. 5-19.

SINGH, K.; MANN, S. S.; BAJWA, M. S. Effect of auxins, sodium benzoate e calcium chloride on postharvest berry drop in Himrod grapes. **Acta Horticulturae**, The Hague, n. 158, p. 413-418, 1985.

SINGLETON, V. L. The total phenolic content of grape berries during the maturation of several varieties. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 17, n. 2, p. 126-134, 1966.

SOUZA, J. S. I. de. **Uvas para o Brasil**. 2. ed. Piracicaba: Fealq, 1996. 791 p.

SÖYLEMEZOGLU, G.; AGAOGLU, Y. S. Research on the effect of grape guard during the cold storage of Thompson Seedless cv. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 2, n. 368, p. 817-824, 1994.

SPAYD, S. E.; TARARA, J. M.; MEE, D. L.; FERGUSON, J. C. Separation of sunlight and temperature effects on the composition of *Vitis vinifera* cv Merlot berries. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 53, n.3, p.171-182, 2002.

STAUDT, G.; SCHNEIDER, W.; LEIDEL, J. Phases of berry growth in *Vitis vinifera*. **Annals of Botany**, London, UK, v. 58, p. 789-800, 1986.

STOW, J. Effect of calcium ions on apple fruit softening during storage and ripening. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 3, p. 1-9, 1993.

STREIT, N. M.; CANTERLE, L. P.; CANTO, M. W. do; HECKTHEUER, L. H. H. As clorofilas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 3, p. 748-755, 2005.

SUBBURAMU, K.; SINGARAVELU, M.; NAZAR, A.; IRULAPPAN, I. Pre-harvest spray of calcium in grapes (*Vitis vinifera*). **South Indian Horticulture**, Peryakulam, v. 38, n. 5, p. 268-269, 1990.

SUGAR, D.; ROBERTS, R. G.; HILTON, R. J.; RIGHETTI, T. L.; SANCHEZ, E. E. Integration of cultural methods with yeast treatment for control of postharvest fruit decay in pear. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 78, n. 8, p. 791-795, 1994.

TAYLOR, S. Why sulfite alternatives? **Food Technology**, Chicago, v. 47, n. 1, p. 14, 1993.

THOMPSON, A. K. Recommended conditions for selected crops. In: THOMPSON, A. K. **Controlled atmosphere storage of fruits and vegetables**. Wallingford: CAB International, 1998. p. 117-218.

TUCKER, G. A. Introduction. In: SEYMOUR, G. B.; TAYLOR, J. E.; TUCKER, G. A. **Biochemistry of fruit ripening**. London, UK: Chapman & Hall, 1993. p. 1-51.

UNECE standard ffv-19: table grapes. Disponível em: <http://www.unece.org/trade/agr/standard/fresh/fresh_e/19grapes.doc>. Acesso em: 11 jun. 2004.

VALERO, E.; SÁNCHEZ-FERRER, A.; VARÓN, R.; GARCÍA-CARMONA, F. Evolution of grape polyphenol oxidase activity and phenolic content during maturation and vinification. **Vitis**, Geneva, v. 28, n. 2, p. 85-95, 1989.

VIDAL, S.; COURCOUX, P.; FRANCIS, L.; KWIATKOWSKI, M.; GAWEL, R.; WILLIAMS, P.; WATERS, E.; CHEYNIER, V. Use of an experimental design approach for evaluation of key wine components on mouth-feel perception. **Food Quality and Preference**, New York, v. 15, n. 3, p. 209-217, 2004.

VIGNEAULT, C.; BORDINT, R.; ABRAHÃO, R. F. Embalagem para frutas e hortaliças. In: CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. (Ed.). **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. p. 95-121.

WILLS, R.; MCGLOSSON, B.; GRAHAM, D.; JOYCE, D. **Postharvest**: an introduction to the physiology and handling of fruits, vegetables and ornamentals. 5th ed. New York: CAB International, 2007. 252 p.

WINKLER, A. J.; COOK, J. A.; KLIEWER, W. M.; LICER, L. A. **General viticulture**. 2nd ed. Berkeley: University of California Press, 1974. 710 p.

WISSEMANN, K. W.; LEE, C. Y. Polyphenoloxidase activity during grape maturation and wine production. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 31, n. 3, p. 206-211, 1980.

ZAHAVI, T.; COHEN, L.; WEISS, B.; SCHENA, L.; DAUS, A.; KAPLUNOV, T.; ZUTKHI, J.; BEN-ARIE, R.; DROBY, S. Biological control of *Botrytis*, *Aspergillus* and *Rhizopus* rots on table wine grapes in Israel. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v. 20, n. 2, p. 115-124, 2000.

ZAPATA, J. M.; CALDERÓN, A. A.; ROS BARCELÓ, A. Actual browning and peroxidase level are not correlated in red and white berries from grapevine (*Vitis vinifera*) cultivars. **Fruit Varieties Journal**, Fayetteville, v. 49, n. 2, p. 82-84, 1995.