



Aspectos fisiológicos da videira irrigada

Joston Simão de Assis¹
José Moacir Pinheiro Lima Filho²

¹Engº Agrº, Ph.D., Embrapa Semi-Árido, Cx. Postal 23, 56300-970 Petrolina-PE.

²Engº Agrº, M.Sc., Embrapa Semi-Árido.

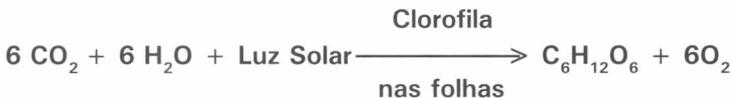
e-mail: joston@cpatsa.embrapa.br
moacir@cpatsa.embrapa.br

7.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão discutidas as influências dos diferentes fatores fisiológicos e ambientais sobre o desenvolvimento e a produção da videira cultivada em áreas irrigadas do Nordeste brasileiro. Entretanto, para que estes fatores sejam entendidos, torna-se necessário o conhecimento de alguns aspectos do processo fotossintético e, conseqüentemente, da produção de açúcares pela videira.

São os açúcares simples, produzidos durante a fotossíntese das folhas da videira, que dão origem aos seus produtos e derivados, tais como: uvas, passas, álcool, vinho, vinagre e destilados.

Esse fenômeno complexo ocorre no interior das células das folhas, em estruturas especializadas, denominadas cloroplastos. Estes contêm uma substância verde, a clorofila, que tem a propriedade de capturar os raios luminosos do sol e transformá-los em energia química, para realizar a reação da água com o gás carbônico e produzir os carboidratos. Numa forma abreviada, a reação da fotossíntese pode ser assim representada:



De todo o açúcar produzido (fotossíntese bruta) pelos vegetais, uma parte é imediatamente consumida no processo respiratório dos tecidos. O açúcar restante (fotossíntese líquida) pode ser utilizado, tanto para o crescimento da raiz e da parte aérea, como para a produção de frutos. Uma parte do açúcar produzido durante uma safra (fotossíntese líquida), principalmente a que for produzida na fase inicial do amadurecimento dos frutos, é, então, armazenada e utilizada na safra seguinte. Quanto maior a quantidade de açúcar armazenado em uma safra, maior o potencial de produção da planta na safra seguinte.

Tendo em vista que a atividade fotossintética da videira numa safra condiciona sua produtividade na outra, é de vital importância o produtor saber de que forma os fatores internos (fisiológicos) e externos (ambientais), principalmente o clima, atuam sobre a fotossíntese. Entre os fatores internos, a relação fonte-dreno, a idade e o estado nutricional das folhas são os mais importantes. De igual importância são os fatores externos - a luz solar, a temperatura e a umidade do solo. Outros fatores como o CO_2 e o O_2 atmosféricos, também importantes, são mais difíceis de ser manejados pelo viticultor em condições de campo.

7.2. FATORES INTERNOS

7.2.1. Relação fonte/dreno

A relação fonte/dreno é tida como a resposta fotossintética das folhas (fontes), à demanda por seus produtos, pelos outros órgãos do vegetal, que não possuem a capaci-

dade de fotossintetizar os açúcares. O dreno, portanto, é qualquer parte da planta que atraia os produtos metabolizados pelas folhas. Assim, os frutos em pleno crescimento, os ramos e as extremidades das raízes são considerados drenos.

A manipulação das folhas e dos drenos pode afetar a taxa de fotossíntese da videira. A maior dificuldade para melhorar a produtividade das videiras em condições de campo é o estabelecimento de uma relação fonte-dreno adequada, para cada variedade e condições de cultivo (Kindermann, 1968).

7.2.2. Idade da Folha

A idade da folha é um componente importante para a expressão do potencial genético de produção primária da videira. O crescimento das folhas de videira mostra um padrão sigmoidal, sendo que sua atividade fotossintética máxima ocorre a cerca de 30 a 40 dias da brotação da gema. A taxa fotossintética máxima de uma folha totalmente expandida pode permanecer por até três semanas, diminuindo, em seguida, até a senescência total (Kindermann et al., 1970).

7.2.3. Nutrição Mineral

O estado nutricional das folhas da videira tem muita importância para a expressão de seu potencial genético de produção fotossintética. A atividade fotossintética depende de um suprimento adequado de certos elementos minerais que participam da composição química da maioria das substâncias envolvidas nas reações.

A clorofila, pigmento de cor verde ou verde azulada, que tem a função de capturar a luz do sol, é constituída de carbono, oxigênio, hidrogênio, nitrogênio e magnésio. Geralmente, não há problemas para o suprimento dos três primeiros elementos, porém uma adubação desequilibrada pode dificultar a absorção de magnésio ou de nitrogênio, o que resultaria em deficiência de compostos nitrogenados e de clorofila.

O fósforo é um elemento muito requerido pelas folhas, porque sua principal função fisiológica está relacionada com substâncias que armazenam e transportam a energia química produzida na fotossíntese. O potássio e o cálcio são elementos que atuam na regulação do conteúdo de água das folhas, o que é uma condição essencial para a manutenção de taxas adequadas de fotossíntese.

7.3. FATORES EXTERNOS

7.3.1. Luz

A luz solar, fonte da energia utilizada pela planta, para realizar a fotossíntese, geralmente, não é utilizada pelo viticultor, para aumentar a produtividade. Com a manipulação do sistema de condução, da direção do plantio, do espaçamento entre plantas e da densidade foliar da copa, o viticultor pode modificar a quantidade total de luz que pode ser interceptada pelas folhas, de modo a elevar a capacidade fotossintética do vinhedo (Kindermann & Smart, 1971).

A intensidade luminosa, na qual a fotossíntese atinge seu máximo, é denominada ponto de saturação de luz e sofre influência do ambiente sob o qual a folha se desenvolve. As folhas sombreadas possuem um ponto de saturação de luz menor do que as folhas totalmente expostas à luz solar. Geralmente, as folhas da camada superior da copa, diretamente expostas à luz solar, são as que fazem fotossíntese no nível máximo; as folhas da segunda camada podem atingir apenas 1/3 da fotossíntese máxima e nas folhas da camada mais inferior, o produto da fotossíntese é todo consumido na respiração, não havendo, portanto, ganho nem perda de peso. As folhas desta última camada podem se beneficiar da luz difusa que é refletida do solo, de impurezas do ar ou de qualquer objeto, como também dos "flashes" de luz que penetram no dossel, em consequência do movimento das folhas, provocado pelo vento.

7.3.2. Temperatura

A temperatura interfere na atividade fotossintética das plantas, porque esse fenômeno envolve reações bioquímicas cujos catalisadores, as enzimas, são dependentes da temperatura para expressar sua atividade máxima. As reações da fotossíntese são menos intensas em temperaturas inferiores a 20° C, cresce com o aumento da temperatura, atingindo o máximo entre 25 e 30° C e volta a cair, atingindo quase zero, quando a temperatura se avizinha dos 45° C (Kindermann & Smart, 1971).

Ainda, de acordo com as observações de Kindermann & Smart (1971), as principais causas da queda da fotossíntese em temperaturas superiores a 30° C são a instabilidade das enzimas, a desidratação do tecido e o fechamento dos estômatos. Outro fator que reduz a fotossíntese é o aumento da taxa respiratória, a qual cresce com o aumento da temperatura ambiente.

7.3.3. Umidade do Solo

Cerca de 80 a 90% da massa dos tecidos dos vegetais são compostos de água. Grande parte desta água está localizada nas células vegetais, onde constitui-se em meio ideal para a ocorrência das reações bioquímicas. Além disso, a água apresenta-se como veículo para o transporte de moléculas orgânicas (sucrose no sistema de condução de seiva elaborada), íons inorgânicos (nutrientes das raízes até as folhas, via vasos de condução de água) e gases atmosféricos (difusão de CO₂ através do mesófilo foliar, durante a fotossíntese). Devido às suas propriedades físico-químicas, a água protege a planta das flutuações rápidas de temperatura, constituindo-se em meio eficiente de refrigeração das folhas, durante a transpiração (Gates, 1976). Durante esse processo, a água se difunde para a atmosfera, sob forma de vapor, através dos estômatos. Uma folha de videira totalmente expandida chega a apresentar de 200 a 300 estômatos por milímetro quadrado, o que lhe permite transpirar, em dez horas, uma quantidade de água equivalente a três ou quatro vezes o seu peso (Blanke & Lehye, 1988). Entretanto, a transpiração da videira é baixa no início da brotação das gemas, mas aumenta com o desenvolvimento da superfície foliar e decresce nas últimas semanas do desenvolvimento dos frutos. A

absorção e o movimento da água na videira são influenciados, basicamente, pelo teor de água no solo e pela transpiração, mas não se pode deixar de levar em consideração a distribuição e a atividade do sistema radicular (Basso & Assis, 1996; Soares & Basso, 1995). Em condições ótimas, as raízes absorvem uma quantidade de água suficiente para satisfazer às necessidades da parte aérea (Freeman & Smart, 1976).

A videira é cultivada sob diferentes condições ambientais, em várias regiões do mundo. Isto inclui áreas onde a ocorrência de baixa precipitação pluviométrica e alta demanda evapotranspiratória impõem o fornecimento de água através da irrigação. Nestas condições, mesmo irrigada, a videira sofre um estresse hídrico moderado, durante as horas de maior demanda evapotranspiratória, porque seu sistema radicular não é capaz de manter o fluxo da água perdida por meio da transpiração (Hardie & Condit, 1976). Por outro lado, a ocorrência de uma deficiência hídrica prolongada poderá provocar reduções significativas na produção e na qualidade da uva.

O termo estresse hídrico indica que o conteúdo de água na planta caiu abaixo do valor ótimo, causando distúrbios metabólicos (Fitter & Hay, 1983). Esse fenômeno pode ser estudado através de observações do potencial hídrico da planta. Essa variável pode ser monitorada nas folhas, com auxílio da câmara de pressão do tipo descrito por Scholander et al. (1965), sendo expressa em bar ou MPa (1 bar = 0,987 atm; 1 MPa = 9,87 atm).

Valores muito negativos podem ser indicadores de estresse hídrico. Considera-se que a planta encontra-se sob boas condições de hidratação, quando o potencial hídrico obtido ao amanhecer é de apenas - 0,1 MPa ou - 0,2 MPa. De acordo com Hsiao (1973), um estresse moderado pode ser detectado quando o potencial hídrico atinge até - 1,2 MPa. Quando esta variável cai mais de - 1,5 MPa, diz-se que a planta encontra-se sob déficit hídrico severo. Trabalhos realizados na Embrapa Semi-Árido, na região do Submédio São Francisco, com a cv. Itália, sugerem que o potencial hídrico obtido ao amanhecer em plantas irrigadas por gotejamento, situa-se em torno de - 0,2 MPa. Durante as horas mais quentes do dia, essa variável poderá atingir entre - 0,8 MPa e - 1,2 MPa. Entretanto, sob condições de estresse, a videira apresentou valores entre - 0,4 MPa e - 0,5 MPa, ao amanhecer, e entre - 1,2 MPa e - 1,6 MPa, nas horas de maior demanda evapotranspiratória (Lima Filho & Teixeira, s.d.). De acordo com Van Zyl & Weber (1981), o potencial hídrico de videiras poderá atingir valores em torno de - 2,83 MPa, a depender da intensidade do estresse hídrico e das condições ambientais.

O estresse hídrico induz o fechamento dos estômatos da videira. Neste ponto, a resistência imposta pelos estômatos aos fluxos do vapor d'água e dióxido de carbono pode atingir 75 sec.cm^{-1} (Kindermann & Smart, 1971). Com os estômatos totalmente abertos, essa resistência cai para aproximadamente 1 sec.cm^{-1} (Liu et al., 1978). Segundo estes autores, os estômatos da videira fecham-se, parcialmente, quando o potencial hídrico atinge cerca de - 1,3 MPa. Após o estresse, o reestabelecimento da abertura estomática da videira e, conseqüentemente, do processo fotossintético, é lento, devido ao acúmulo de ácido abscísico (ABA) nas

folhas (Kliewer, 1981). Além de interferir em outros processos fisiológicos, como crescimento e dormência, o ABA atua como regulador do balanço hídrico das plantas sob estresse, induzindo ao fechamento dos estômatos e mantendo a absorção de água pelas raízes (Taiz & Zeiger, 1991).

O fechamento dos estômatos provoca reduções na fotossíntese e transpiração. De acordo com Kindermann & Smart (1971), a fotossíntese da videira é reduzida por fatores estomáticos, quando o potencial hídrico atinge de -1,3 MPa a -1,6 MPa. Abaixo de -1,6 MPa, esse fenômeno é influenciado pelo aumento da resistência residual (Liu et al., 1978). A taxa máxima de fotossíntese da videira está entre as maiores obtidas por plantas C3. Por exemplo, valores entre 0,8 mg CO₂ m⁻².s⁻¹ e 0,9 mg CO₂ m⁻².s⁻¹ foram reportados na literatura (Kriedemann et al., 1975). Na região do Submédio São Francisco, durante os meses de temperaturas mais amenas, a videira irrigada atingiu uma taxa fotossintética em torno de 0,65 mg CO₂ m⁻².s⁻¹ (Lima Filho & Teixeira, s.d.).

O fechamento parcial do poro estomático pode resultar em um aumento na eficiência do uso da água, ou seja, no volume de água transpirada por quantidade de matéria seca produzida. Essa vantagem foi detectada em videiras estressadas por falta de água no solo, ou pelo aumento no déficit de pressão de vapor da atmosfera (During, 1987). Entretanto, por ser uma planta C3, a videira possui baixa eficiência no uso da água, podendo atingir de 1,3 g.kg⁻¹ a 3,0 g.kg⁻¹ (Van Zyl & Van Huyssteen, 1980, citados por Smart & Coombe, 1983). Por outro lado, a redução da abertura estomática e, conseqüentemente, da transpiração, poderá provocar um aumento na temperatura das folhas. Freeman et al. (1980) observaram incrementos em torno de 10° C acima da temperatura do ar em folhas de videiras estressadas, devido ao fechamento dos estômatos. A depender da sua intensidade, o aumento na temperatura das folhas poderá causar distúrbios metabólicos, além de danos físicos irreversíveis às folhas.

A sintomatologia de deficiência hídrica apresentada pela videira, durante a fase vegetativa, é dependente do estágio do crescimento no qual o déficit ocorre e da intensidade do mesmo. O primeiro sintoma visível de estresse hídrico é o murchamento das folhas e gavinhas mais novas. A persistência desse fenômeno poderá provocar o aparecimento de áreas necrosadas nas folhas, especialmente nas folhas basais, além de induzir a abscisão das mesmas. Além disso, o estresse hídrico provoca reduções no diâmetro do tronco, o qual é muito sensível à deficiência hídrica (Smart & Coombs, 1983). Estudos demonstraram que o estresse hídrico reduz o crescimento da parte aérea e que o crescimento do caule é mais afetado pela falta d'água que o lançamento de folhas (Mathews et al., 1987). De fato, reduções no crescimento do caule foram detectadas muito antes de ter sido notada qualquer queda no potencial hídrico da planta (Kliewer et al., 1983).

A diminuição do crescimento dos ramos em função do estresse hídrico, poderá, ainda, provocar outros efeitos negativos. Por exemplo, a conseqüente redução da área foliar irá diminuir a capacidade fotossintética das plantas, além de expor as bagas aos efeitos da radiação solar direta. Além disso, as plantas, quando submetidas a estresse, tornam-se mais suscetíveis à ocorrência de doenças.

O crescimento reprodutivo da videira é menos sensível ao estresse hídrico do que o crescimento vegetativo (Ruhl & Alleweldt, 1985). Estudos têm demonstrado que o estresse hídrico reduz a produção, mas a extensão do dano depende da inten-

sidade do estresse e em que fase de desenvolvimento das bagas a falta de água ocorreu. Entretanto, a ocorrência de um estresse hídrico nas três primeiras semanas após o início da floração, causa uma redução bastante acentuada na produtividade (Smart & Coombs, 1983).

A falta d'água durante as primeiras semanas após a frutificação provoca reduções no tamanho das bagas, além de provocar a abscisão das mesmas. É provável que a redução no tamanho das bagas seja decorrente da diminuição no número de células por baga, porque a divisão celular no pericarpo é mais intensa durante a segunda e terceira semanas. Kliewer (1983) sugere que a diminuição na produtividade da videira ocorre em função de reduções no peso dos cachos, e não pela queda no número de cachos por planta. Esse fato é consequência da redução no peso das bagas e, em menor escala, da diminuição do número de bagas por cacho.

A videira é mais prejudicada quando o estresse hídrico ocorre durante a fase de pré-amadurecimento do que durante a fase de amadurecimento propriamente dita (Mathews et al., 1987). Além disso, o estresse hídrico altera a concentração de açúcares, antocianinas e acidez nas bagas. Entretanto, a intensidade das alterações observadas na literatura disponível é bastante variável. Alguns estudos têm revelado que o estresse hídrico aumenta a concentração de açúcares (Kliewer et al., 1983), antocianina (McCarthy et al., 1983, citados por Smart & Coomb, 1983), nível de acidez (Wildman et al., 1983), enquanto que outros sugerem reduções nesses aspectos (Cristensen, 1975, citado por Smart & Coomb, 1983; Freeman et al. 1980). Essas discrepâncias são, provavelmente, consequências da variação no nível de estresse imposto e da fase fenológica de ocorrência. Por exemplo, um estresse moderado, geralmente, acelera a maturação das bagas e melhora a qualidade do vinho produzido (Bravdo et al., 1985). O aumento da concentração de açúcares e de antocianina e a redução da acidez das bagas, são características desejáveis em uvas para produção de vinho. Além disso, o estresse hídrico pode aumentar a concentração de outros constituintes, como terpenos (McCarthy & Coombe, 1985) e melhorar a qualidade das uvas (Marais, 1987).

Poucos trabalhos sobre o efeito do estresse hídrico em uvas de mesa e uvas passas são encontrados na literatura. O estresse imposto antes da fase de amadurecimento das bagas pode provocar queda na qualidade da uva, através de reduções no tamanho das bagas e desuniformidade dos cachos. Em uvas passas, a severidade do estresse, durante a fase de amadurecimento, reduziu o tamanho das passas (Christensen, 1975, citado por Smart & Coomb, 1983). Entretanto, deve-se considerar o fato de que existe a possibilidade de se melhorar a qualidade das uvas, tanto para a produção de vinho quanto para uvas de mesa, através da aplicação de estresse hídrico em algum ponto da fase de maturação das bagas. Trabalhos realizados na Região do Submédio São Francisco, com a cultivar Itália, detectaram que a suspensão total da irrigação, até três semanas antes da colheita, melhora a qualidade e aumenta a tolerância dos frutos ao transporte e armazenamento, sem provocar reduções significativas na produtividade (Assis et al., 1996).

7.4. FENOLOGIA DA VIDEIRA

Nas condições de clima temperado, com inverno bem definido, a videira apresenta a cada ano um ciclo vegetativo completo, no qual formam-se ramos e folhas que

vão assegurar o desenvolvimento do sistema radicular e o aumento em diâmetro do caule. Essa fase se estende até a queda das folhas, quando a planta entra em repouso. Antes de entrar em dormência, as substâncias de reserva que foram produzidas são distribuídas e armazenadas na forma de amido nos ramos, raízes e sarmentos. Esse fenômeno é denominado de maturação da planta, e pode causar muitos dissabores aos viticultores que não tenham atentado para a necessidade de equilibrar a distribuição das reservas entre o sistema vegetativo e o reprodutivo (Gallet, 1976).

Em regiões de clima tropical e de baixa altitude, como é o caso das áreas irrigadas de Juazeiro-BA e Petrolina-PE, a videira não encontra temperaturas inferiores a 12° C e sua fase de repouso só pode ser obtida por suspensão da irrigação, o que implica submetê-la a uma deficiência hídrica.

Deve-se levar em consideração que, sob condições de irrigação, a fase vegetativa é muito curta, pois ocorre quase em paralelo com a fase reprodutiva, significando maior concorrência na distribuição de açúcares e outras substâncias de reserva entre raízes, ramos, cachos e sementes.

Uma das principais dificuldades na viticultura é justamente encontrar-se um manejo adequado que permita manter o equilíbrio na distribuição das substâncias de reserva entre o sistema vegetativo e o sistema reprodutivo. A prática do anelamento, por exemplo, é uma forma de impedir a translocação dos fotoassimilados das folhas para o tronco e raízes, desviando-os para as bagas e as sementes. Por esta razão, a época de fazer o anelamento deve ser determinada com bastante cautela, de modo a minimizar seu efeito sobre o equilíbrio da partição dos fotoassimilados.

O período de descanso da videira, após a colheita, tem muita importância para o ciclo seguinte de produção em regiões tropicais. Tendo em vista que o repouso é obtido por deficiência hídrica, deve-se atentar para o fato de que sob essas condições, o tecido vegetal produz muito ácido abscísico (ABA). No Submédio São Francisco, utiliza-se um período de repouso que varia de 30 a 60 dias. Um período muito curto, inferior a 30 dias, pode ser insuficiente para a redistribuição dos fotoassimilados das folhas senescentes para os ramos e raízes, o que provoca menor produção no ciclo seguinte (Marro, 1989).

Na utilização de estimuladores de brotação de gemas, ricos em nitrogênio, como a cianamida hidrogenada, deve-se levar em consideração que a resposta aos produtos químicos exógenos é varietal, de modo que, associar o uso de tais produtos com manejo de repouso mais adequado, pode ser uma prática mais eficiente para aumentar o rendimento da cultura, com menor efeito sobre sua vida útil.

7.4.1. Floração

A floração da videira está sujeita a diferentes fatores ambientais, tais como temperatura, luz e umidade do solo. Sob condições tropicais a floração ocorre em temperaturas superiores a 25° C, o que provoca uma alta taxa de fecundação e uma forte compactação do cacho. Por outro lado, a brotação das gemas vegetativas e florais é bastante desuniforme, tendo, como consequência, a desuniformidade no amadurecimento dos cachos no momento da colheita (Winkler et al., 1974).

A luz é um fator muito importante para a fertilidade das gemas florais. Os viticultores da Califórnia sabem, por exemplo, que os ramos da videira que ficam mais expostos ao sol, são mais ricos em gemas forais do que aqueles que crescem em situação de sombreamento e que são utilizados como material para uso na propagação vegetativa (Buttrose, 1970). As gemas dos ramos expostos ao sol, além de serem em maior número, são, também, mais férteis e os cachos são, quase sempre, maiores do que nos ramos sombreados (Buttrose, 1970). Por essa razão, no momento da poda, convém verificar se o ramo esteve exposto ao sol durante a maior parte do ciclo de produção. Os ramos expostos ao sol podem ser reconhecidos pelo seu formato redondo com internódios mais curtos, enquanto que os ramos sombreados têm um formato achatado e internódios mais longos.

7.4.2. Frutificação

Em condições normais, após a floração, ocorre a polinização. Devido à umidade e aos hormônios existentes no estigma, o grão-de-pólen germina e emite o tubo polínico, no interior do qual o gameta masculino se desloca em direção ao interior do ovário. Nessa fase, a presença do elemento mineral boro é fundamental para a viabilidade da fecundação (Gallet, 1976).

Nem todas as flores de um cacho são fecundadas; por isso, muitas delas abortam (Marro, 1989). A queda excessiva de flores pode ocorrer devido a causas fisiológicas ou patológicas. As causas fisiológicas podem ser: debilidade da planta (subnutrição); polinização insuficiente; pólen pouco viável; falta de açúcares devido a pouca atividade fotossintética e carência de boro, cálcio ou zinco (Marro, 1989). A fecundação pode ocorrer até dois dias depois da polinização e, a partir desse momento, o ovário começa a se desenvolver originando o fruto ou baga.

De acordo com Gallet (1976), durante o desenvolvimento das bagas, distinguem-se, pelo menos, quatro fases. A primeira fase, que dura aproximadamente de seis a dez dias, corresponde à fecundação e ao "pegamento" dos frutos. Não se observa nenhum aumento do diâmetro das bagas nesse período.

Na segunda fase, o aumento de volume da semente é insignificante; em compensação, o ovário (baga) aumenta de volume. Esse crescimento deve-se, principalmente, ao aumento do número de células e pode durar de três a seis semanas, dependendo da variedade. A divisão celular intensa que ocorre nessa fase deve-se aos hormônios giberelinas, auxinas e citocininas, produzidos pela semente. As auxinas são produzidas, inicialmente, pelos tegumentos da semente e, posteriormente, pelo embrião. A fotossíntese realizada pelas bagas é suficiente para o seu desenvolvimento. Nessa fase, as bagas apresentam estômatos ativos, numa quantidade média de quatro a onze por milímetro quadrado, permitindo que as bagas apresentem uma transpiração considerável.

A terceira fase pode durar de duas a quatro semanas. O crescimento da baga é interrompido enquanto a semente atinge seu tamanho máximo, perde água, lignifica-se e amadurece, completando, assim, toda a sua organização.

A quarta e última fase se caracteriza pelo aumento expressivo do volume das bagas, causado pela expansão celular. Os estômatos degeneram e são substituídos por lenticelas, reduzindo bastante a transpiração das bagas. Começa a degradação

da clorofila. Os teores de açúcares solúveis (glicose e frutose) aumentam progressivamente, enquanto se observa redução dos teores de ácidos orgânicos. Os açúcares, nessa fase, são translocados das folhas para as bagas, enquanto os brotos e folhas novas apresentam uma inibição do seu desenvolvimento. Ao aproximar-se o final da quarta fase, observa-se um aumento dos teores de ABA e etileno, coincidindo com o amadurecimento das bagas e o acúmulo máximo dos açúcares solúveis. Nas uvas de cor, essa fase caracteriza-se, também, pelo aparecimento das xantofilas e síntese das antocianinas. Substâncias voláteis também são produzidas, conferindo à fruta seu aroma característico.

7.5. COLHEITA

As condições climáticas durante a fase de amadurecimento das uvas são muito importantes para a sua fisiologia após a colheita. Quando as uvas estão em seu estágio ideal de amadurecimento, a composição bioquímica pode influenciar muito na sua capacidade de armazenamento.

Nas uvas verdes ou brancas, uma enzima que oxida compostos fenólicos, a polifenoloxidase, é responsável pelo bronzeamento da casca e da polpa quando estas sofrem danos mecânicos ou são submetidas a variações de temperatura durante o armazenamento (Lee & Jaworski, 1988).

Devido a variações climáticas de um ano para outro, as uvas brancas ou verdes podem apresentar diferentes potenciais de bronzeamento em função dos teores de polifenoloxidase das bagas no momento da colheita. Os teores dessa enzima, geralmente, são altos na terceira fase do desenvolvimento das bagas, porém reduzem-se para valores próximos de zero no final da fase de amadurecimento (Sapis et al., 1983). A depender da umidade relativa do ar e da temperatura ambiente, os teores de polifenoloxidase na fase de amadurecimento podem ficar mais elevados, o que implica aumento da sensibilidade das bagas ao bronzeamento (Lee & Jaworski, 1988).

A determinação do ponto ideal de colheita da uva é um fator muito importante para a sua conservação pós-colheita. Normalmente, a avaliação do ponto ideal para a colheita é feita através de características físicas como a cor da baga, a aparência do engajo ou o sabor da polpa, e de características químicas obtidas pela determinação dos sólidos solúveis (°brix), da acidez titulável e da relação brix/acidez.

Quando as uvas amadurecem, desenvolvem sua coloração característica e a intensidade da cor depende da cultivar, das condições ambientais e do manejo. A casca das uvas vermelhas e pretas torna-se mais escura e brilhante, enquanto as uvas verdes apresentam uma coloração mais clara ou amarelada. Uma vez que a intensidade de cor é muito influenciada pelo clima, é quase impossível estabelecer um padrão de amadurecimento baseado na coloração das bagas. Na prática, é mais interessante tentar estabelecer o momento da colheita com base na associação entre a coloração da baga e os teores de sólidos solúveis. O amadurecimento do engajo, que ocorre ao mesmo tempo que o amadurecimento das bagas, também pode servir de referencial para determinação do ponto de colheita. Quando o engajo

amadurece, desenvolve uma coloração amarela, palha ou lenhosa, que é característica varietal. Em algumas cultivares o engaço maduro torna-se lenhoso. Os engaços maduros e lignificados podem garantir melhor conservação dos frutos, uma vez que apresentam menor tendência de perda de água e, portanto, de murchamento do cacho.

O teste do sabor das bagas, também, pode ser útil na determinação do ponto de colheita, porém isto implica manutenção de provadores especializados para cada cultivar ou variedade. Além do mais, após muitas provas, o paladar pode ser mascarado, impedindo ao provador distinguir a qualidade entre os cachos.

O método mais utilizado nos parreirais do nordeste brasileiro para a determinação do ponto de colheita para a uva é a avaliação do teor de sólidos solúveis (°brix), através de um refratômetro de bolso. O índice de refração do suco extraído da baga dá uma indicação do percentual de sólidos solúveis totais existente. Nesta região, a uva Itália é considerada pronta para a colheita quando o seu percentual de sólidos solúveis atinge de 15 a 16%. Nas uvas maduras, os sólidos solúveis são constituintes, basicamente, pelos açúcares redutores (glicose e frutose).

A acidez titulável representa o teor de ácidos orgânicos, principalmente de ácido tartárico da polpa. A acidez titulável é obtida através da titulação do suco das bagas, com uma solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N (4,0g de NaOH/L), à qual se adicionam algumas gotas de fenolftaleína alcoólica 1,0%, expressa em porcentagem de ácido tartárico.

Embora os principais componentes dos sólidos solúveis totais da polpa da uva sejam os açúcares solúveis, os ácidos orgânicos também desempenham importante papel na constituição do sabor das uvas. Nas regiões mais frias, os teores de ácidos das uvas decrescem mais lentamente na última fase do desenvolvimento das bagas, enquanto que nas regiões mais quentes esse decréscimo é bem mais rápido. Assim, comparando-se dois lotes de uvas que apresentam os mesmos teores de sólidos solúveis, por causa de diferenças nos teores de ácidos orgânicos, não haverá a mesma característica de sabor.

Baseado nesse fato, seria importante o estabelecimento do emprego da relação sólidos solúveis/acidez, como parâmetro para determinação do ponto de colheita da uva produzida sob irrigação, a exemplo da África do Sul que, segundo Carvalho (1994), estabeleceu valores mínimos, a partir dos quais as uvas são colhidas para exportação.

7.6. COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA UVA

O principal valor nutritivo da uva de mesa consiste em sua composição em açúcares solúveis, principalmente glicose e frutose, e seu conteúdo em potássio (180mg/100g), maior que o da maçã, da goiaba e da manga, respectivamente 100, 150 e 140 mg/100g, (Tabela 1). Contudo, seu conteúdo de vitaminas é muito baixo quando comparado com o de outras frutas, principalmente as tropicais (Wills & El-Chatenay, 1986).

O valor energético da uva, também, é muito alto, cerca de 271 Kj, sendo bem maior do que o da maçã, goiaba e manga (205, 102 e 163 Kj, respectivamente), porém muito menor do que do abacate e da banana (892 e 454 Kj, respectivamente) (Wills & Greenfield, 1984).

Tabela 1. Composição Química dos Frutos da Videira.

Minerais (mg/100g de fruta fresca)		Vitaminas		c. Orgânicos (g/100g de fruta fresca)		Outros Comp.	
K	180	C	6	Ac. Tartárico	0,50	Proteína	1,0
Na	5	Tiamina	0,01	Ac. Málico	0,47	Gordura	0,1
Ca	10	Riboflav.	0,04	Ac. Cítrico	0,04	Glicose	7,9
Mg	9	Niacina	0,4	Ac. Oxálico	0,03	Frutose	7,8
Fe	0,2	A	0,06			Sacarose	0,0
Zn	0,1					Água	79,3

Adaptado de Wills et al. (1986).

7.7. FISILOGIA PÓS-COLHEITA

Os cachos de uva são órgãos vegetais constituídos por células vivas, as quais, mesmo após a colheita, continuam executando suas atividades metabólicas. As funções fisiológicas mais importantes nessa fase da vida das frutas são transpiração e respiração. Por serem frutas não climatéricas, amadurecem ainda presas à planta e, portanto, só devem ser colhidas quando tiverem concluído seu completo amadurecimento, o que lhes confere maior tolerância ao manuseio pós-colheita e ao armazenamento.

Embora as bagas maduras não possuam mais estômatos, as uvas são muito susceptíveis à perda de água, que ocorre basicamente através das lenticelas da casca das bagas e através do engaço. A atividade de limpeza dos cachos, com a eliminação de bagas e pedicelos, provoca cortes no engaço, favorecendo a desidratação do cacho. Poucas horas após a colheita, se o produto permanecer em condições de campo, podem ocorrer a secagem e o escurecimento do engaço. Quanto mais alta for a temperatura, mais sério será esse problema.

A umidade relativa, também, é um fator importante no momento da colheita, pois quanto mais baixa for a umidade do ar em torno das frutas, maior será sua taxa de transpiração. Como a taxa de transpiração aumenta com alta temperatura e baixa umidade relativa, recomenda-se efetuar a colheita das uvas nas horas menos quentes do dia, mantendo-se o produto à sombra sob a latada, até o momento de ser transportado para o galpão de embalagem.

No galpão de embalagem, o pré-resfriamento das uvas deve ser feito o mais rápido possível, utilizando-se, de preferência, ar forçado, uma vez que o produto não tolera o umedecimento, além de que, a água pode remover a pruína, que é um importante atributo de qualidade para o produto. Quando a uva atinge a temperatura ideal para o armazenamento (cerca de 1°C), o ar da câmara deve ser mantido com uma umidade alta para diminuir os riscos de desidratação.

A respiração celular é uma reação bioquímica na qual os açúcares redutores (glicose e frutose) são oxidados e transformados, basicamente, em CO₂, água e energia. Parte da energia produzida pela respiração é liberada na forma de calor, contribuindo para o auto-aquecimento das frutas, que acelera os processos de transpiração e respiração, levando-as rapidamente à senescência e deterioração. A redução da taxa de respiração das frutas pode ser obtida pelo abaixamento da temperatura e controle da taxa transpiratória.

7.8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, J.S. de; BASSOI, L.H.; LIMA FILHO, J.M.P.; RIBEIRO, H.A.; SILVA, M.R. da. **Suspensão da irrigação na pré-colheita da uva Itália e sua conservação pós-colheita**: relatório de pesquisa. Petrolina, PE: EMBRAPA/Fazenda Labrunier, 1996. 10p.
- BASSOI, L.H.; ASSIS, J.S. de. Distribuição do sistema radicular de videiras irrigadas em Latossolo vermelho amarelo do trópico semi-árido. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 13.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 1., SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 4., REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 6., REUNIÃO BRASILEIRA DE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO E DA ÁGUA, 11., 1996, Águas de Lindóia. **Anais...** Piracicaba: USP-ESALQ/SLCS/SBCS/SBM, 1996. CD-ROM - Seção artigos.
- BLANKE, M.M.; LEHYE, A. Stomatal and cuticular transpiration of the cap and berry of grape. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart v.132, p.250-253, 1988.
- BRAVDO, B.; HEPNER, Y.; LOINGER, C.; COHEN, C.; TABACMAN, H. Effect on irrigation and crop level on growth yield and wine quality of Cabernet Sauvignon. **American Journal of Enology and Viticulture**, Reedley, v.36, p.132-139, 1985.
- BUTTROSE, M.S. Fruitfulness in grapes-vine: the response of different cultivars to light, temperature and daylength. **Vitis**, Geneva, v.9, n.2, p.121-125, 1970.
- CARVALHO, V.D. de. Pós-colheita de uvas de mesa. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.17, n.180, p.39-44, 1994.
- DURING, H. Stomatal responses to alterations of soil and air humidity in grapevines. **Vitis**, Geneva, v.26, p.9-18, 1987.

- FITTER, A.H.; HAY, R.K.M. **Environmental physiology of plants**. London: Academic Press, 1983. 355 p.
- FREEMAN, B.M.; LEE, T.H.; TURKIGTON, C.R. Interaction of irrigation and pruning level on grape and wine quality of Shiraz vines. **American Journal Enology and Viticulture**, Reedley, v.31, p.124-135, 1980.
- FREEMAN, B.M.; SMART, R.E. Research note: a root observation laboratory for study with grapevines. **American Journal of Enology and Viticulture**, Reedley, v.27, n.1, p.36-39, 1976.
- GALLET, P. **Précis de viticulture**, 3.ed. Montpellier: DEHAN, 1976. 584p.
- GATES, D.M. Energy exchange and transpiration. In: LANGE, O.L.; KAPPEN, L.; SCHULZE, E.D., ed. **Water and plant life**. Berlin: Springer Verlag, 1976. p.137-147. (Ecological Studies, 19).
- HARDIE, W.J.; CONSIDINE, J.A. Response of grapes to water deficit stress in particular stages of development. **American Journal of Enology and Viticulture**, Redley, v.27, n.2, p.55-61, 1976.
- HSIAO, T.C. Plant responses to water stress. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v.24, p.519-570, 1973.
- KINDERMANN, P.E.; KLIEWER, W.M.; EHARRIS, J.M. Leaf age and photosynthesis in *Vitis vinifera* L. **Vitis**, Geneva, n.9, p.97-104, 1970.
- KINDERMANN, P.E. Photosynthesis in vine leaves as a function of light intensity, temperature, and leaf age. **Vitis**, Geneva, n.7, p.213-220, 1968.
- KINDERMANN, P.E.; SMART, R.E. Effect of irradiance, temperature and leaf water potential on photosynthesis of vine leaves. **Photosynthetica**, Prague, n.5, p.6-15, 1971.
- KLIEWER, W.M.; FREEMAN, B.M.; HOSSOM, C. Effect of irrigation, crop level and potassium fertilization on Carignane vines. I. Degree of water stress and the effect on growth and yield. **American Journal of Enology and Viticulture**, Reedley, v.34, p.186-196, 1983.
- KLIEWER, W.M. **Grapevine Physiology**: how does a grapevine make sugar? Davis, University of California, 1981, 13p.il. (University of California, Leaflet, 21231).
- KRIEDEMANN, P.E.; LOVEYS, B.R.; DOWNTON, W.J.S. Internal control of stomatal physiology and photosynthesis. II. Photosynthetic responses to phaseic acid. **Australian Journal of Plant Physiology**, Victoria, v.2, p.553-567, 1975.
- LEE, C.Y.; JAWORSKI, A.W. Phenolics and browning potential of grapes grown in New York. **American Journal of Enology and Viticulture**, Reedley v. 39, n.4, p.337-340, 1988.

- LIMA FILHO, J.M.P.; TEIXEIRA, A.H. de C. Comportamento fisiológico da videira em dois ciclos de cultivo, sob condições semi-áridas [s.d.]. No prelo.
- LIU, W.T.; POOL, R.; WENKERT, W.; KRIEDEMANN, P.E. Changes in photosynthesis, stomatal resistance and abscisic acid of *Vitis labruscana* through drought and irrigation cycles. **American Journal of Enology and Viticulture**, Reedley, v.29, p.239-246, 1978.
- MARAIS, J. Terpene concentration and wine quality of *Vitis vinifera* L. cv. Gewurztraminer as affected by grape maturity and cellar. **Vitis**, Geneva, v.26, p.231-245, 1987.
- MARRO, M. **Princípios de viticultura**. Barcelona: CEAC, 1989. 215p.
- MATHEUS, M.A.; ANDERSON, M.M.; SCHULTZ, H.R. Phenologic and growth responses to early and late season water deficits in Cabernet franc. **Vitis**, Geneva, v.26, p.147-160, 1987.
- McCARTHY, M.G.; COOMBE, B.G. Water status and winegrape quality **Acta Horticulturae**, Wageningen, n.171, p.447-456, 1985.
- RUHL, E.; ALLEWELDT, G. Investigations into the influence of time of irrigation on yield and quality of grape-vines. **Acta Horticulture**, Wageningen, n.171, 457-460, 1985.
- SAPIS J.C.; MACHEIX, J.J.; CORDONIER, R.E. The browning capacity of grape. 1. Changes in polyphenol oxidase activities during development and maturation. **Journal Agricultural Food Chemistry**, Wasington, v.31, n.2, p.342-346, 1983.
- SCHOLANDER, P.F.; HAMMEL, H.T.; BRADSTREET, E.D.; HAMMINGSEN, E.A. Sap pressure in vascular plants. **Science**, Washington, v.148, p.339-346, 1965.
- SMART, R.E.; COOMBE, B.G. Water relations of grapevines, In: KOZLOWSKI, T.T., ed. **Water deficits and plant growth**. New York: Academic Press, 1983. v.7, p.137-196.
- SOARES, J.M.; BASSOI, L.H. Distribuição do sistema radicular de videiras em vertissolos sob irrigação localizada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. 25., 1995, Viçosa. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado: resumos. Viçosa: SBCS/UFV, 1995. v.4, p.1865-1867.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Plant physiology**. Redwood: The Benjamin/Cummings, 1991. 559p.
- VANZYŁ, J.L.; WEBER, H.W. The effect of various supplementary irrigation treatments on plant and soil moisture relationship in a vineyard. (*Vitis vinifera*, var. Chenin Blanc). **South Africa Journal of Enology and Vitiçulture**, Pretoria, v.2, p.89-99, 1981.

- WILLS, R.B.H., EL-CHATENAY, Y. Composition of australian foods. Apples and pears. **Food Tecnology in Australia**, Adelaide, v.38, p.77-82, 1986.
- WILLS, R.B.H., LIM, J.S.K.; GREENFIELD, H. Changes in chemical composition of "Cavendish" banana (*Musa acuminata*) during ripening. **Journal of Food Biochemistry**, Oxford, n.8, p.69-77, 1984.
- WILLS, R.B.H.; LIM, J.S.K.; GARFIELD, H. Composition of Australian foods, 31. Tropical and sub-tropical fruit. **Food Technology in Australia**, Adelaide, v.38, p.118-120, 1986.
- WILOMAN, W.E.; NEJA, R.A.; Kasimatis. Improving Grape Yield and Quality with depth-controlled irrigation. *American Journal of Enology and Viticulture*. Reedley, v.27, p.168-175. 1976.
- WINKLER, A.J.; COOK, J.A.; KLIEWER, W.M.; LIDER, L.A. **General viticulture**. Berkeley: University of California Press, 1974. 710p.