



Foto: Magna Soelma Beserra de Moura

2

# *Exigências Climáticas*

*Magna Soelma Beserra de Moura  
Antônio Heriberto de Castro Teixeira  
José Monteiro Soares*



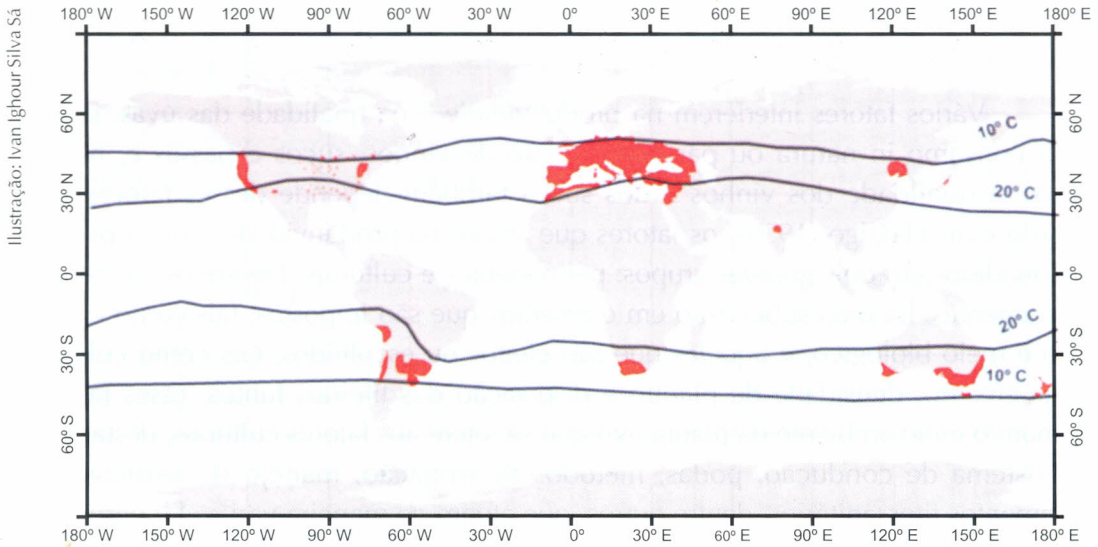
## 2.1 Introdução

Vários fatores interferem na produtividade e na qualidade das uvas, sejam para consumo in natura ou para elaboração de vinhos, sucos e passas e, nestes casos, a qualidade dos vinhos e dos sucos também depende desses fatores. De acordo com Hidalgo (1999), os fatores que atuam na produtividade da uva podem ser divididos em dois grandes grupos: permanentes e culturais. Dentre os elementos permanentes, há uma subdivisão em elementos que são impostos, tais como clima, solo e meio biológico, e aqueles que são eleitos ou escolhidos, tais como cultivar, porta-enxerto, densidade de plantio e disposição das fileiras. Juntos, esses fatores formam o meio ambiente da planta. No que se refere aos fatores culturais, destacam-se: sistema de condução, podas, métodos de irrigação, manejo de fertilizantes, tratamentos fitossanitários, dentre outros, que atuam de maneira variável e periódica na condução do parreiral, estimulando ou retardando, de modo a corrigir situações desfavoráveis ou deficiências, que podem ser devidas aos elementos permanentes ou não.

O clima é um dos principais elementos que interferem na produção de uvas, influenciando na escolha do local de plantio, no desenvolvimento dos vinhedos implantados, no potencial vegetativo, no comportamento fitossanitário, na qualidade dos frutos, etc. Assim, este capítulo abordará o comportamento dos principais elementos climáticos que afetam o desenvolvimento e a produtividade de uvas no Semiárido brasileiro.

## 2.2 Áreas de cultivo da videira

Tradicionalmente, as áreas cultivadas com videira no mundo encontram-se localizadas em regiões de clima temperado (Figura 1). Percebe-se que as áreas na cor vermelha correspondem às áreas produtoras de uvas, que se localizam entre as latitudes de 30° N e 50° N e entre 30° S e 40° S, delimitadas em função das exigências térmicas da videira. Esta cultura é exigente em calor e sensível a geadas de inverno e primavera, tanto para o desenvolvimento vegetativo como para a maturação dos frutos, que necessitam de luminosidade e temperaturas elevadas. Para o desenvolvimento da vitivinicultura tradicional, considera-se que a temperatura média anual não deve ser inferior a 9 °C, sendo que a faixa ótima está situada entre 11 °C e 18 °C, com valor máximo absoluto de 40 °C (HIDALGO, 1999). Durante o período de vegetação, a planta suporta temperatura de -1,5 °C a 1,0 °C, e durante o repouso, as gemas sobrevivem a temperaturas de até -12 °C. Em função desses limites



**Figura 1.** Áreas cultivadas com videira no mundo (na cor vermelha), aproximadamente aos 50° de latitude Norte e 40° de latitude Sul.

térmicos, as áreas cultivadas com videira no mundo foram delimitadas conforme Figura 1. No entanto, como as espécies *Vitis vinífera* e *Vitis silvestris* são originárias do Centro Euroasiático, que é caracterizado por clima temperado, porém com verão quente e seco e inverno frio e úmido, dispõe-se de um grande número de cultivares de uvas que se adaptam a climas tropicais semiáridos, especialmente climas quente e seco, o que vem possibilitando o desenvolvimento da chamada Vitivinicultura Tropical.

A vitivinicultura tropical vem se desenvolvendo entre os paralelos de 30° N e de 30° S, região esta que permite o cultivo da videira com tecnologia adaptada para superar as dificuldades impostas pelo clima e pelas necessidades da própria planta, onde anteriormente seu cultivo era difícil ou restrito à escala familiar. De acordo com Hidalgo (1999), em condições tropicais, a videira apresenta crescimento contínuo, deixando de ser caducifólia, pela ausência da fase de repouso fenológico que é imposta pelo frio. Além disso, a videira apresenta grande dominância apical, que implica a necessidade de ajustes no manejo da copa.

Como, nestas regiões, ocorre grande variabilidade espacial e temporal da disponibilidade de água no solo, o sucesso da vitivinicultura tropical exige o uso de técnicas que possam corrigir tanto a deficiência quanto o excesso de água no solo. No contexto da reposição de água ao solo, destaca-se a irrigação, que é essencial para atender à demanda hídrica da planta ao longo do seu ciclo de cultivo, enquanto no caso do excesso de água no solo, destaca-se a drenagem superficial ou

subterrânea, que tem a finalidade de eliminar o excesso de água decorrente de chuvas intensas ou de elevação do lençol freático resultante da ocorrência das próprias chuvas ou do manejo deficiente da irrigação.

Diante destas condições, o repouso fenológico dos vinhedos tropicais pode ser imposto pela supressão ou redução da lâmina de irrigação, que resulta na redução da atividade fotossintética da planta. Esse período pode oscilar entre 30 e 40 dias para parreirais com dois ciclos produtivos por ano. Para o caso de parreirais com apenas um ciclo produtivo em cada dois por ano, praticamente não existe período de repouso, vez que a poda é feita logo após a colheita. No entanto, uma redução do manejo de água é implementada no período que antecede a poda para o próximo ciclo produtivo.

No Brasil, o cultivo da videira ocorre em vários estados (Figura 2), tanto com uvas para mesa como com uvas para elaboração de vinhos e sucos. Na região Sul, que possui características climáticas favoráveis, a videira é cultivada pelo método tradicional, como ocorre em áreas de clima temperado, exceto em alguns municípios, onde já se faz necessário o uso da irrigação suplementar. No entanto, a

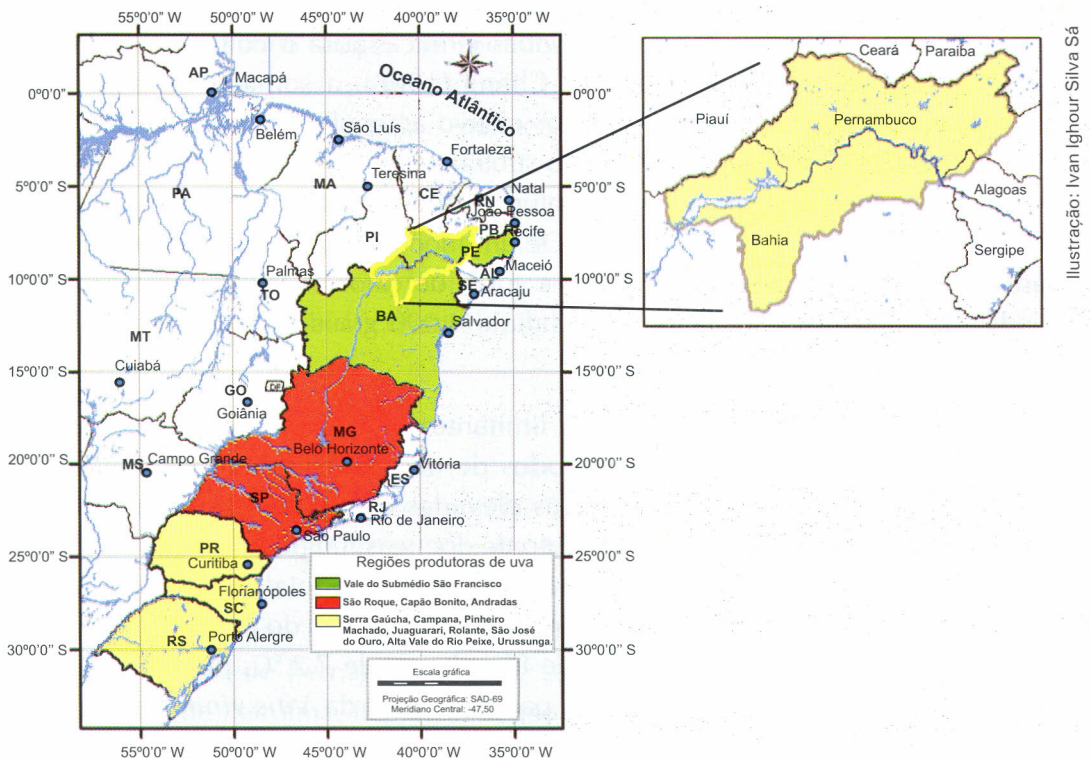


Ilustração: Ivan Ighour Silva Sá

Figura 2. Regiões brasileiras produtoras de uvas. No destaque, o Submédio do Vale do São Francisco.



atividade vitícola expandiu-se e alcançou o Semiárido do Nordeste brasileiro, situado entre os paralelos 8° S e 10° S, onde a produção de uvas adquire características muito peculiares e exclusivas desta região única do mundo. Atualmente, o Semiárido brasileiro produz uvas que são exportadas para os mais exigentes mercados consumidores europeus, bem como para a América do Norte e, recentemente, também passou a produzir vinhos finos com a tipicidade de uma região semiárida, os quais vêm sendo aceitos em vários países do continente europeu.

No Semiárido brasileiro, o cultivo da videira ocorre, principalmente, no Submédio do Vale do São Francisco. No entanto, de acordo com o zoneamento climático realizado para os Estados de Pernambuco e Bahia, existe uma extensa área de terras com aptidão térmica para o cultivo da videira.

## 2.3 Zoneamento agroclimático da videira para os estados de Pernambuco e da Bahia

Amerine e Winkler (1944, citados por WINKLER et al., 1974) usaram a soma térmica acima de 10 °C, que corresponde aos meses de abril a outubro, como critério para a delimitação de regiões com aptidões térmicas para o cultivo da videira na Califórnia, Estados Unidos. Segundo Chang (1968), a soma térmica pode ser conceituada como o somatório de calor efetivo acumulado durante o dia para o crescimento das plantas, o qual é obtido subtraindo-se da temperatura média diária a temperatura-base da planta. A temperatura-base é aquela abaixo da qual a planta, no caso, a videira, não se desenvolve. De um modo geral, nas regiões temperadas, tradicionalmente produtoras de vinho, a soma de calor efetivo da brotação até a queda das folhas varia de 1.500 graus-dia a 4.000 graus-dia, mas difere de uma cultivar para outra (MOTA et al., 1974).

No Rio Grande do Sul, o fator limitante ao cultivo da videira europeia é o excesso de chuvas durante os períodos de desenvolvimento vegetativo e de maturação da uva, que, combinados às elevadas temperaturas que ocorrem na primavera, favorecem o desenvolvimento de doenças fúngicas. Mota et al. (1974) usaram o índice hidrotérmico de Zuluaga [Precipitação total de setembro a abril x temperatura média de setembro a abril / 242 (Nº de dias do período favorável)], juntamente com o número de horas de frio abaixo de 7,2 °C, para a divisão do Estado em faixas de aptidão climática para o cultivo da *Vitis vinifera* destinadas tanto para mesa quanto para a elaboração de vinhos. Esse mesmo índice foi utilizado para o Estado de Santa Catarina por Empasc (1978), associado à soma térmica acima de 10 °C. Para implementação deste zoneamento, as cultivares



americanas foram separadas das européias em decorrência das diferenças em exigências de horas de frio ao longo do seu ciclo fenológico. Uma grande área do Estado de Santa Catarina, compreendida pela região central, foi considerada apta para as cultivares americanas, por se tratar de uma região relativamente mais seca e mais fria deste Estado. Com relação às cultivares européias, foram identificadas quatro regiões preferenciais por apresentarem precipitação pluviométrica bem distribuída ao longo do ano, não havendo, portanto, problemas quanto à deficiência hídrica. Das quatro regiões, duas sofrem mais influência do excesso hídrico (em partes dos Campos Curitibanos, Vale do Rio do Peixe, Nordeste do Estado e Planalto de Canoinhas), cujo excesso hídrico prejudica as fases de floração e de maturação da baga, resultando em problemas quanto à produtividade e à qualidade da uva. As outras duas áreas, que abrangem o Alto Vale do Itajaí, o Litoral Sul, Colonial Serrana, Campos de Lages e parte dos Campos Curitibanos e que apresentam menores valores do coeficiente hidrotérmico de Zuluaga, mostram-se menos favoráveis à ocorrência de doenças fúngicas, quando comparadas com as outras duas regiões que são as preferidas pelos viticultores.

O zoneamento agroclimático para o cultivo da videira (*Vitis vinifera* L.), para o Estado de Pernambuco, foi realizado por Teixeira e Azevedo (1996), utilizando os métodos do balanço hídrico de Thornthwaite e Mather (1955) e de normais de temperatura do mês mais quente do ano (Tq) desenvolvido por Prescott (1965). O índice hídrico foi calculado pela seguinte expressão:

$$Ih = (100Ea - 60 Da) / Epa$$

em que Ih é o índice hídrico (adimensional); Da é a deficiência hídrica anual (mm); Ea é o excedente hídrico anual (mm) e Epa é a evapotranspiração potencial anual (mm).

Sobrepondo-se os valores dos índices hídricos (Ih) e das normais de temperatura do mês mais quente (Tq) para 124 localidades, Teixeira e Azevedo (1996) delimitaram seis zonas de aptidão agroclimática para o cultivo da videira *Vitis vinifera*, sob irrigação no Estado de Pernambuco. As classes climáticas resultantes, em ordem decrescente de aptidão climática, estão apresentadas na Figura 3. Esses autores concluíram que sob condições de irrigação, o cultivo da videira no Estado de Pernambuco pode ser expandido, principalmente, para as microrregiões de Petrolina, Itaparica, Sertão do Moxotó, Salgueiro e Araripina, que apresentam maiores disponibilidades térmicas e baixa umidade relativa do ar, proporcionando menor probabilidade de ocorrência de doenças, bem como redução dos efeitos do excesso pluviométrico tanto na produtividade quanto na qualidade



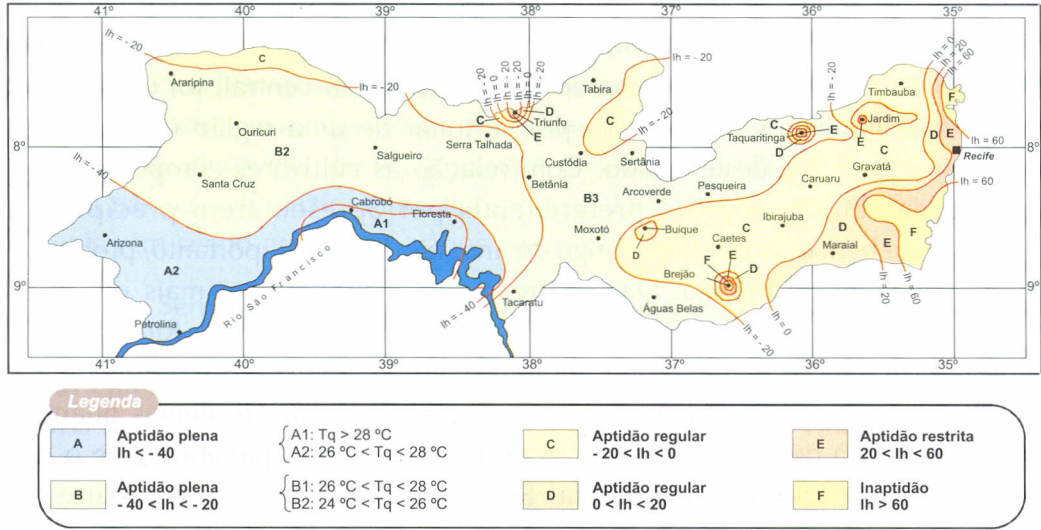


Figura 3. Zoneamento agroclimático da videira (*Vitis vinifera* L.) no Estado de Pernambuco.

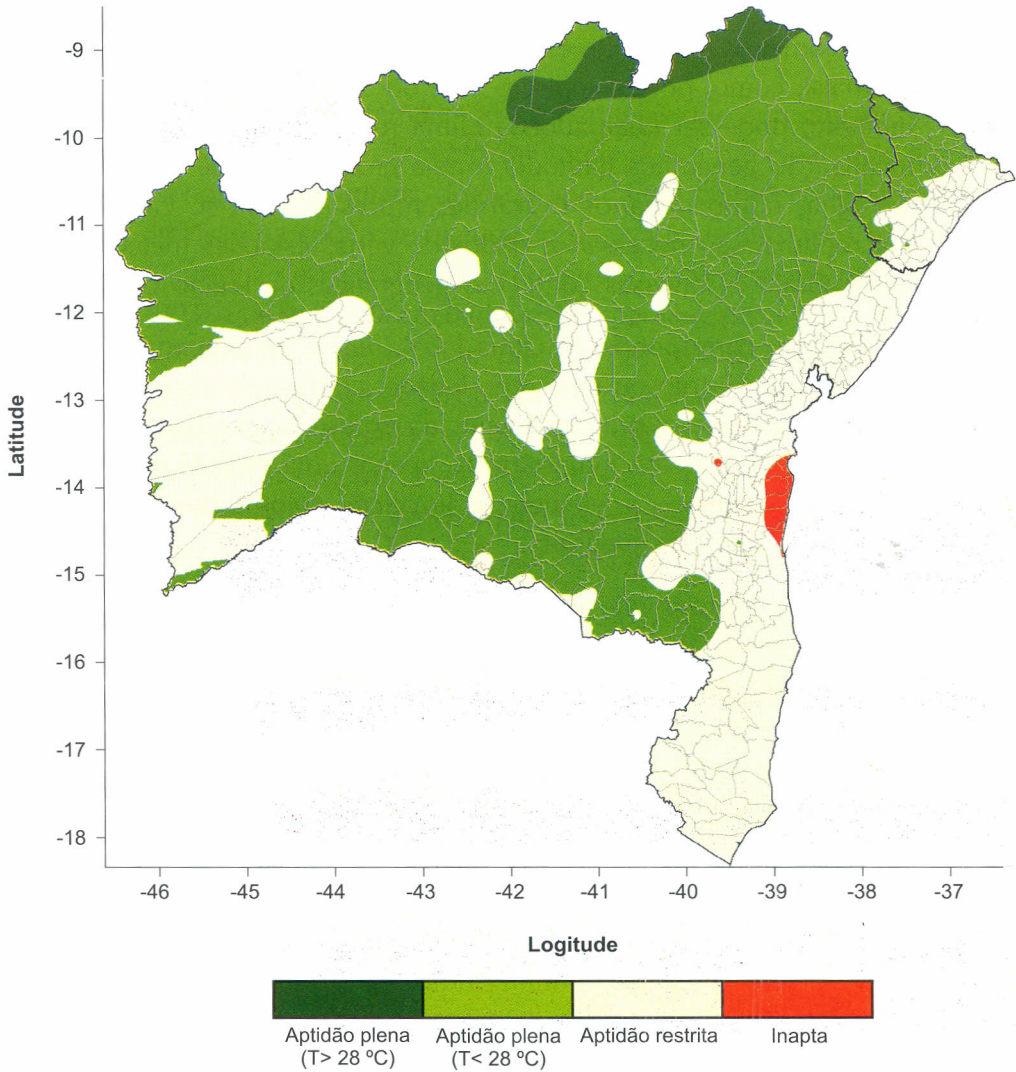
Fonte: Adaptado de Teixeira e Azevedo (1996).

da uva. Essas microrregiões apresentam potencial climático tanto para produção de uva de mesa, quanto de vinho, suco e passa.

Metodologia semelhante foi utilizada para o Estado da Bahia por Teixeira et al. (2002), utilizando-se dados climáticos de 408 localidades. Nesse estudo, foram consideradas duas faixas de aptidão plena, uma com valores de  $Ih < -20$ , subdivididas de acordo com os valores de  $Tq$  menores e maiores que  $28\text{ }^\circ\text{C}$ , e outra com aptidão restrita, com  $-20 < Ih < 60$ , vez que quando a umidade relativa do ar eleva-se em decorrência da maior precipitação pluviométrica, o número de ciclos produtivos por ano é reduzido, podendo condicionar a diminuição da produtividade interanual. As localidades com  $Ih > 60$  foram consideradas inaptas, sob o ponto de vista comercial da uva (Figura 4).

De acordo com o zoneamento realizado por Teixeira et al. (2002), conclui-se que sob condições de irrigação, o cultivo de uvas na Bahia pode ser expandido, especialmente nos municípios de Remanso, Sento Sé, Casa Nova, Sobradinho, Juazeiro, Curaçá, Abaré, Chorrochó, Macururé e Rodelas, pois estes municípios apresentam maiores disponibilidades térmicas e baixas umidades do solo e do ar, proporcionando menor probabilidade de ocorrência de doenças fúngicas e bacterianas e redução dos efeitos do excesso de chuvas na polinização das flores, bem como no apodrecimento das bagas, fatores estes que resultam na deformação dos cachos, podendo torná-los imprestáveis para a comercialização.





**Figura 4.** Zoneamento agroclimático da videira (*Vitis vinifera* L.) no Estado da Bahia.

Fonte: Adaptado de Teixeira et al. (2002).

## 2.4 Fatores climáticos que interferem na produção de uvas

Para discutir a influência de cada elemento climático na produção de uvas, é importante considerar as diferentes escalas de monitoramento e de descrição climática. Há, em geral, três escalas de clima, que variam no espaço e no tempo, cujas observações são de grande interesse para a vitivinicultura, como segue:

- a) **Macroclima:** descreve o clima de uma região, que se estende por centenas de quilômetros e tem sido estudado por vários anos (geralmente 30 anos ou mais), como, por exemplo, o Vale do São Francisco. O macroclima, também, pode ser chamado de clima regional, e é influenciado pela localização geográfica (latitude) e pela proximidade de grandes massas de água, como oceanos e grandes represas. Para se caracterizar o macroclima, são necessários dados de várias estações meteorológicas, que cubram as diversas condições geográficas da região considerada.
- b) **Mesoclima:** corresponde ao clima local, relativo a pequenas áreas, que pode ser um distrito ou uma propriedade, com características climáticas definidas em função, principalmente, da exposição, declividade e altitude do terreno. Sob essas circunstâncias, apenas uma estação meteorológica é capaz de monitorar os elementos climáticos, cujos dados são analisados em escalas diárias e mensais.
- c) **Microclima:** corresponde ao clima dentro ou ao redor do dossel da planta, cujas diferenças ocorrem em poucos metros/centímetros e a cada minuto/segundo. Ou seja, representa as condições climáticas de uma superfície realmente pequena. O microclima é influenciado pelo vigor das plantas, sistema de condução, manejo da cultura, orientação e espaçamentos entre plantas, etc. A caracterização microclimática é obtida com a instalação de sensores capazes de captar, em frações de minutos, as variações de temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar, entre outros elementos climáticos nas proximidades dos cachos/frutos ou das folhas de uma planta, por exemplo.

O cultivo da videira é influenciado pelo clima, principalmente pela radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar, precipitação, velocidade do vento e molhamento foliar. Estes elementos climáticos interferem no crescimento e no desenvolvimento da videira, na ocorrência de pragas e doenças, nas necessidades hídricas e na produtividade e qualidade da uva.

Na vitivinicultura, o monitoramento climático possibilita, inicialmente, uma estimativa do potencial vitivinícola de uma região. Além disso, a agrometeorologia tem se tornado uma ciência cada vez mais relacionada com essas atividades, influenciando na escolha de cultivares adaptadas, épocas de poda (LEÃO; SILVA, 2003; PEDRO JÚNIOR et al., 1993), caracterização térmica ou graus-dia (LEÃO; SILVA, 2003; PEDRO JÚNIOR et al., 1994a), previsão de safras (produtividade), previsão de épocas de colheita (PEDRO JÚNIOR et al., 1994b), períodos recomendados para aplicação de pesticidas, determinação da necessidade de irrigação, dentre outros. A previsão da época de colheita da uva é uma ferramenta importante para o planejamento das atividades pelo viticultor, principalmente



daquelas relacionadas ao beneficiamento e ao sistema de comercialização da uva (PEDRO JÚNIOR; SENTELHAS, 2003).

Em regiões de clima temperado ou naquelas que apresentam um inverno seco, com temperaturas baixas, a temperatura do ar é o principal fator que exerce influência na fenologia da videira, desde a poda até a colheita. Nessas regiões, os métodos de previsão da época de maturação da uva mais utilizados baseiam-se no acúmulo de graus-dia, destacando-se, dentre eles, o recomendado por Pedro Júnior e Sentelhas (2003), que se baseia em dados de temperatura do ar. Além deste, existem métodos mais dinâmicos, que permitem previsões de data de colheita, com base no acúmulo de graus-dia, que é calculado por meio de dados diários de temperatura do ar durante o ciclo de cultivo da videira. Nesse sentido, Pedro Júnior et al. (1994b) publicaram um modelo que prevê a colheita com 42 dias de antecedência para a videira Niágara Rosada, como sendo: data de colheita = data correspondente ao acúmulo de 1.000 graus-dia + 42 dias, para São Paulo.

A previsão da colheita da uva também pode ser definida pelo seu teor de sólidos solúveis totais ou de açúcares, que depende do comportamento dos fatores climáticos. Pedro Júnior et al. (1997) encontraram uma equação para estimativa do teor de sólidos solúveis totais da videira Niágara Rosada em função dos dados meteorológicos, como sendo:  $Brix = -13,2 + 0,0137 \times \text{graus-dia} + 0,0066 \times \text{chuva}$ , em que o Brix é a estimativa do teor de sólidos solúveis totais (°Brix). Muitos destes estudos foram realizados para diferentes cultivares de uva cultivadas no Submédio do Vale do São Francisco e para outras regiões produtoras de uva do Brasil, havendo, assim, a necessidade de avaliação e ajustes para implementá-los no Semiárido de Pernambuco e da Bahia, por já apresentarem elevados níveis tecnológicos de produção.

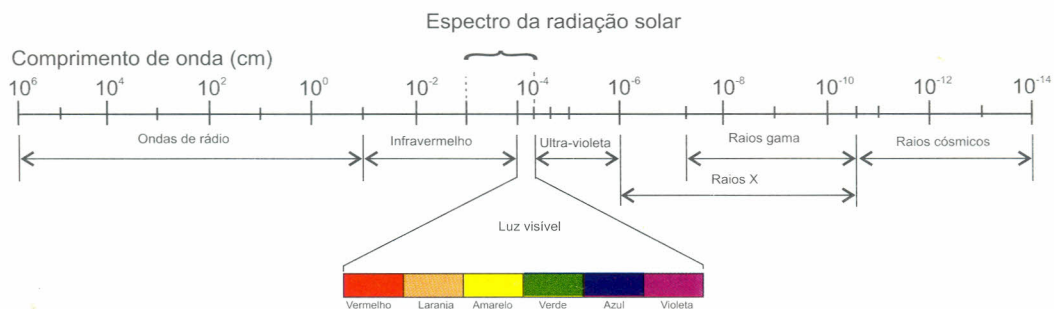
De modo geral, os limites de difusão da cultura da videira, nas diversas regiões do mundo, estão condicionados, particularmente, pelo comportamento da temperatura, luminosidade, umidade atmosférica e disponibilidade hídrica no solo (COSTACURTA; ROSELLI, 1980).

## 2.4.1 Radiação solar

A radiação é a principal forma de troca de energia entre as plantas e o ambiente. Parte da radiação solar absorvida pelas plantas é utilizada na síntese de ligações químicas altamente energéticas e de compostos de carbono. A radiação solar é uma forma de radiação eletromagnética caracterizada por ondas com diferentes comprimentos. Os comprimentos de onda da radiação visível variam de 380 nm a 750 nm (do violeta ao vermelho distante), sendo que os comprimentos de

400 nm a 700 nm são denominados de fotossinteticamente ativos ou radiação fotossinteticamente ativa – PAR (Figura 5).

No Semiárido brasileiro, a quantidade de radiação solar global média diária incidente varia de 16 MJ.m<sup>-2</sup> a 22 MJ.m<sup>-2</sup> e está associada à insolação diária, a qual varia de 6 a 8 horas para a faixa de latitude em que se encontra o Nordeste brasileiro



**Figura 5.** Espectro da radiação solar.

Fonte: adaptado de Radiação eletromagnética (2009).

(TIBA, 2000), e ao aquecimento do ar, os quais têm influência direta na atividade fotossintética das plantas.

Segundo Dokoozlian (2000b), 80% a 90% da radiação visível que atinge a superfície da folha é absorvida, sendo a parte restante transmitida ou refletida. A baixa quantidade de radiação PAR (5% ou menos) encontrada no interior do dossel da videira é resultante do alto grau de absorção pela planta. Tem-se constatado que a radiação solar medida no interior do dossel da videira tem seu espectro modificado, em termos de qualidade, quando comparado com o que incide sobre o seu dossel. As radiações com comprimentos de onda azul (400 nm a 500 nm) e vermelho – R (650 nm a 700 nm) destacam-se como as mais absorvidas pelo dossel das plantas quando comparadas à radiação vermelha-distante – FR (710 nm a 800 nm). Ou seja, ocorre uma redução na quantidade de radiação na faixa do azul no interior do dossel em proporção aos outros comprimentos de onda, como também na relação entre a luz vermelha e a vermelha-distante (R:FR). A proporção de vermelha e vermelha-distante (R:FR) tem influência no fotoequilíbrio do fitocromo existente na folha da videira, que funciona como fotorreceptor da planta para detecção da qualidade da luz. A composição da luz no interior do dossel, também, é influenciada pela presença de “sunflecks”. Os “sunflecks” ocorrem quando a luz solar penetra diretamente no interior do dossel e alcança a superfície do solo, devido ao movimento das folhas pelo vento, cuja duração e frequência variam ao longo do dia. A composição dos “sunflecks” no interior do dossel da videira é semelhante à radiação solar incidente acima do parreiral.



Sob condições normais, a distribuição da radiação solar incidente no dossel da videira é máxima na camada de folhas externas, mas tende a decrescer bruscamente nas camadas mais internas, ficando na dependência da radiação solar refletida e/ou transmitida. Uma das alternativas para se uniformizar a distribuição da radiação solar no dossel da videira é a utilização de técnicas de manejo, como poda verde, desponte, desfolha e amarração dos ramos, já incorporadas no sistema de produção de uvas no Submédio do Vale do São Francisco.

Além da importância da radiação para a fotossíntese, essa também se apresenta como um fator essencial para o desenvolvimento das gemas florais, vez que a sua porcentagem aumenta com a maior exposição do ramo à luz. Trabalhos recentes têm mostrado que o índice de fertilidade de gemas pode mostrar-se baixo quando a diferenciação floral ocorre em períodos frios ou com nebulosidade persistente (DOKOOZLIAN, 2000a).

É importante entender a influência do microclima do dossel no crescimento e desenvolvimento da videira, bem como na produtividade e qualidade da uva. De acordo com Dokoozlian (2000b), a radiação solar atinge a superfície e penetra no interior do dossel da videira, resultando em três efeitos primários no seu metabolismo: a) primeiro, regula a disponibilidade de energia para a fotossíntese nas folhas; b) segundo, aquece os tecidos e demais órgãos das plantas; c) terceiro, comprimentos de onda específicos da radiação solar regulam a fotomorfogênese ou a resposta não fotossintética à luz. Um exemplo de fotomorfogênese é o alongamento dos internódios observado em ramos sombreados.

A reduzida quantidade de energia solar no interior do dossel está associada aos principais problemas culturais de produção comercial de uvas na Califórnia e em outras partes do mundo, condição esta raramente encontrada no Submédio do Vale do São Francisco. De acordo com Dokoozlian (2000b), a penetração da luz no interior do dossel é limitada quando a videira possui vigor elevado e é conduzida em um sistema que condiciona menor exposição da área foliar à luz. Técnicas de manejo de copa têm sido empregadas pelos viticultores no Submédio do Vale do São Francisco com o objetivo de melhorar a penetração da luz no interior do dossel da videira, como: sistemas de condução, formação da planta, desfolha, desponte, amarrão dos ramos e manejo de água e de nitrogênio, visando o controle do desenvolvimento vegetativo.

A interceptação e a penetração de luz no dossel da videira são influenciadas pela altura do dossel e pela direção da fileira em relação ao caminhamento do solo quando se utiliza o sistema de condução em espaldeira e em Y e de práticas de manejo do dossel. Modelos de simulação indicam que a interceptação de luz pela videira conduzida no sistema de espaldeira diminui rapidamente com a redução da altura do dossel e com o aumento da distância entre as fileiras de plantas. Em um

dossel com 3 m de altura, aproximadamente 90% da luz incidente é interceptada quando o espaçamento entre fileiras é de 0,5 m, comparado com, aproximadamente, 50% de interceptação quando o espaçamento é de 6,0 m. Em comparação, em um dossel com 1,0 m de altura, a radiação interceptada é de, aproximadamente, 80% da luz incidente, quando o espaçamento entre fileiras é de 0,5 m e de 20% para um espaçamento de 6,0 m. Portanto, verifica-se que a redução da distância entre fileiras condiciona o aumento da interceptação de luz em termos de unidade de área. O sombreamento entre fileiras de plantas torna-se um fator limitante à interceptação da luz pelas folhas. Um valor de 1:1 para a razão entre altura do dossel e distância entre fileiras é recomendado para minimizar o efeito de sombreamento quando se utiliza o sistema de condução em espaldeira (DOKOOZLIAN, 2000b).

A direção da fileira no sistema de condução em espaldeira também tem um efeito pronunciado na interceptação da luz solar. Maior quantidade de radiação solar direta é absorvida pelo dossel na segunda metade da manhã e primeira metade da tarde em fileiras orientadas no sentido norte-sul, em comparação com fileiras orientadas no sentido leste-oeste. Dossel com 1,0 m e 3,0 m de altura e com fileiras espaçadas de 4,0 m, interceptam, aproximadamente, 10% e 20% mais luz, respectivamente, quando as linhas estão orientadas no sentido norte-sul comparadas com leste-oeste (DOKOOZLIAN, 2000b). No entanto, quando se considera o sistema de condução em latada, a orientação da fileira praticamente não tem importância, no que concerne à interceptação da luz solar.

Os sistemas de condução têm sido modificados com o objetivo de aumentar a penetração de luz na zona dos cachos, que resulte em maior fertilidade de gemas, maior produtividade e melhor qualidade de frutos (DOKOOZLIAN, 2000b). Por exemplo, a distribuição da área foliar em espaldeira em duas superfícies foliares separadas resulta em grandes modificações microclimáticas na videira. O sistema de condução em lira ou "U", com a superfície foliar separada em duas, intercepta 10% mais radiação PAR por dia do que quando a folhagem está disposta em fileira simples. A radiação PAR recebida na zona dos frutos corresponde a 21% da radiação incidente acima do dossel para o sistema em lira com duas superfícies de folhas, e apenas a 6,4% para o sistema de lira com superfície única. Tem-se constatado que a quantidade de radiação PAR incidente em um dossel não separado da cultivar Sauvignon Blanc correspondeu aproximadamente a 4% daquela incidente sobre o parreiral, enquanto em um dossel dividido, a quantidade de PAR que alcança a zona dos frutos representou 30% daquela incidente no ambiente. A remoção das folhas basais dos ramos aumentou em aproximadamente 20% a quantidade de radiação PAR incidente na região dos frutos da cultivar Sauvignon Blanc, na Califórnia (DOKOOZLIAN, 2000b).



Os principais efeitos da luz no metabolismo da videira estão associados à diferenciação da fertilidade de gemas/cachos, ao crescimento e composição das bagas, às trocas gasosas nas folhas e ao metabolismo de nitrogênio. Por exemplo, as cultivares Thompson Seedless e Ohanez necessitam de, aproximadamente, um terço da radiação solar incidente para a obtenção de um índice aceitável de diferenciação das gemas frutíferas. Em comparação, a cultivar Rhine Riesling necessita de apenas 10% da radiação solar para se obter um bom índice de fertilidade de gemas. No entanto, tem sido aceito que o fotoperíodo tem pouco efeito na diferenciação de gemas férteis na maioria das cultivares de uvas de vinho (DOKOOZLIAN, 2000b).

De acordo com Dokoozlian (2000b), o crescimento da baga da uva em um parreiral cujo interior do dossel apresenta-se bem exposto à radiação solar, normalmente, exibe aumento nas taxas de acumulação de açúcares, concentração de antocianinas e de fenóis totais e redução nos níveis de ácido málico, potássio e pH, quando comparado com frutos provenientes de plantas com baixo índice de exposição à radiação solar. A incidência de radiação também influencia no tamanho da baga, principalmente quando os cachos estão expostos à luz durante as primeiras semanas após o pegamento do fruto.

Enquanto essas pesquisas têm, geralmente, mostrado que exposição à radiação solar melhora a composição de frutos, as práticas usadas para alterar a penetração da radiação na zona dos cachos influenciam outros aspectos do microclima da videira. Ou seja, manipulações da copa da videira que melhoram a exposição das folhas e dos frutos à luz também podem aumentar a temperatura desses órgãos e, em regiões mais quentes, podem provocar a paralisação de atividades no que concerne às reações metabólicas.

Estudos nesse sentido não foram realizados, ainda, no Submédio do Vale do São Francisco e, por conseguinte, não se pode afirmar, cientificamente, como se comportam as cultivares de videiras em suas fases de crescimento e desenvolvimento, quando submetidas a diferentes condições de sombreamento.

Em regiões semiáridas, como o Submédio do Vale do São Francisco, a videira é conduzida para a obtenção de duas safras anuais, sendo uma no primeiro semestre e outra, no segundo. Quando a poda ocorre no mês de junho/julho, que são os meses mais frios do ano e apresentam muita nebulosidade no período da manhã, as cultivares mais exigentes à luz solar podem apresentar redução na fertilidade das gemas no ciclo seguinte.

Por outro lado, a data de poda pode ser definida de acordo com as “janelas de mercado”, adotando-se uma ou duas colheitas por ano. Assim, quando a poda é realizada nos meses de dezembro a fevereiro, praticamente todo o ciclo produtivo

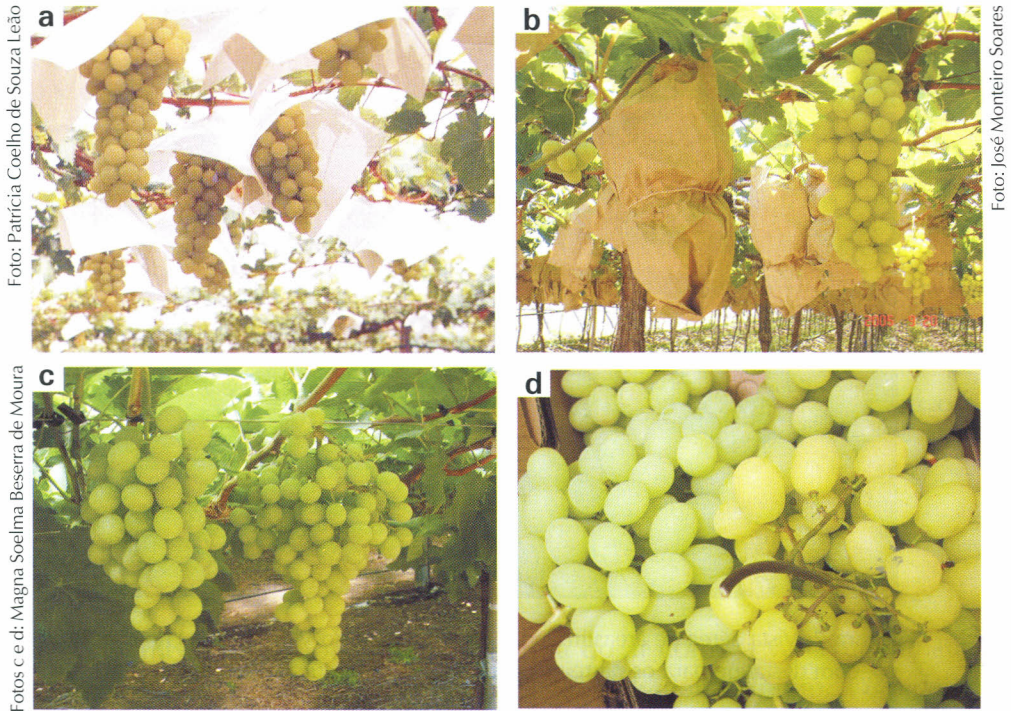
da videira pode ocorrer sob condições de céu com alto nível de nebulosidade e consequente ocorrência de chuvas, o que reduz a quantidade de radiação solar incidente, coincidindo com a fase de floração, quando então ocorre a diferenciação das gemas férteis para o ciclo consecutivo. Como existe uma correlação entre a quantidade de radiação solar incidente e a percentagem de gemas férteis, esta condição pode implicar na redução deste índice por ocasião da poda realizada no ciclo consecutivo. Entretanto, esta hipótese tem sido rejeitada, quando se adota apenas um ciclo produtivo a cada dois ciclos de cultivo por ano, vez que as podas de formação são realizadas justamente entre os meses de novembro e janeiro, enquanto as de produção, entre os meses de maio e agosto. Ou seja, quando se adota esta modalidade de sistema de produção, os índices de fertilidade de gemas obtidos têm sido considerados altos, principalmente nas cultivares sem sementes Sugraone e Thompson Seedless. Isto significa que a quantidade de radiação solar incidente nesta região durante o primeiro semestre do ano não se apresenta deficiente para se obter os índices aceitáveis de fertilidade de gemas na cultura da videira, no Submédio do Vale do São Francisco.

Por outro lado, quando a poda é realizada no final do primeiro semestre e início do segundo, tanto a segunda fase de crescimento da baga quanto a de maturação final ocorrem nos meses de agosto a novembro, quando, então, a quantidade de radiação solar incidente torna-se bastante elevada, fator este que interfere na coloração da baga. No caso de cultivares brancas para mesa, a coloração, que, na verdade, é esverdeada, como a Thompson Seedless e a Sugraone, pode se tornar amarelada, restringindo a sua comercialização para alguns mercados europeus e americano. No caso de uvas tintas, tanto para mesa quanto para vinho, a coloração avermelhada ou mesmo preta não alcança os níveis desejados, principalmente quando a produtividade esperada é elevada. No entanto, o uso de práticas culturais, como manejo de folhagem e de cobertura individual dos cachos (Figuras 6a e 6b), ou mesmo de cobertura plástica do parreiral, pode minimizar a intensidade de mudança de coloração das bagas (Figura 6c). Entretanto, a coloração das bagas nas plantas situadas nas extremidades das fileiras ou mesmo nas fileiras externas de cada subárea tende a tornar-se amarelada (Figura 6d).

Entretanto, o uso do chapéu chinês (Figura 6a) como cobertura individual do cacho vem sendo descartado pelos viticultores, pois não tem conseguido manter a coloração esverdeada natural das bagas, diante da elevada incidência de radiação solar neste período do ano. Além disto, esta técnica apresenta custos elevados tanto de aquisição quanto de instalação.

Visando atender à demanda dos viticultores desta região, a Embrapa Semi-Árido, em parceria com instituições públicas e do setor privado, vem desenvolvendo estudos com o uso da cobertura plástica no sistema de cultivo da uva de mesa



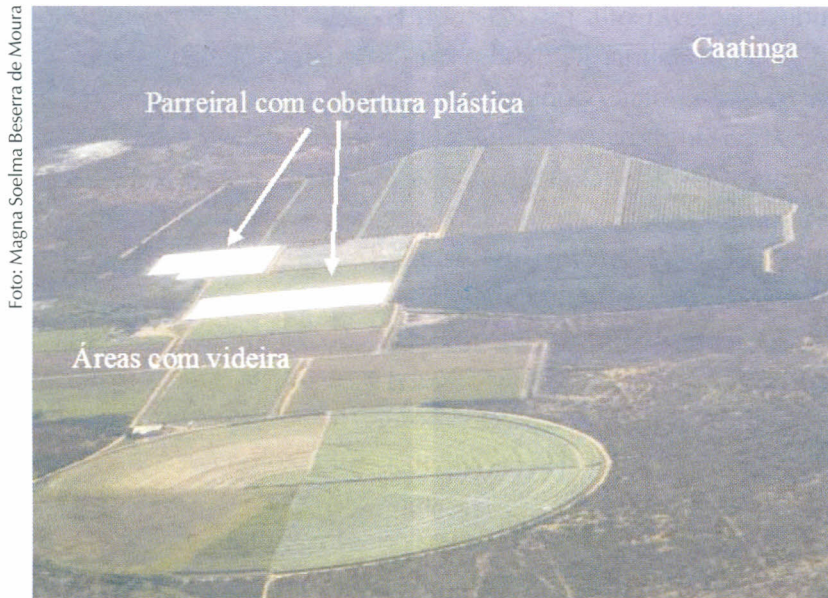


**Figura 6.** Proteção individual dos cachos: a) chapéu chinês; b) saco de papel pardo – proteção coletiva dos cachos; c) coloração esverdeada sob cobertura com lona plástica; d) coloração amarelada das bagas nas plantas situadas nas extremidades das fileiras, mesmo sob cobertura com lona plástica.

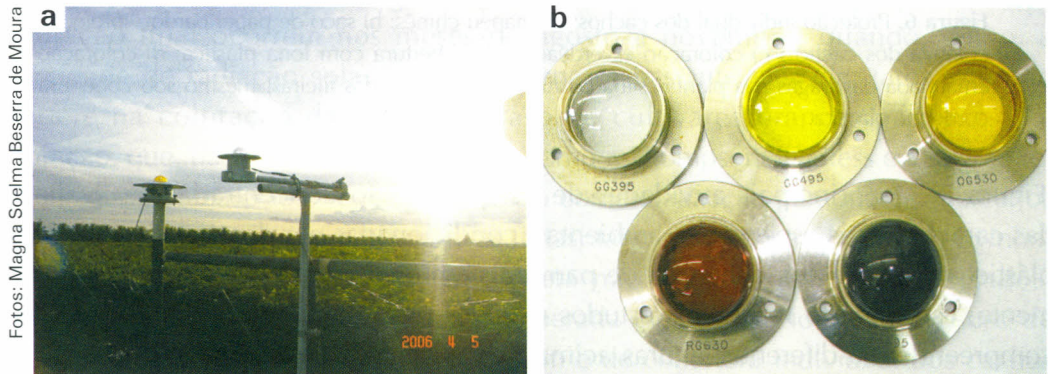
(Figura 7). As principais atividades de pesquisa estão concentradas na avaliação das características espectrais e ambientais condicionadas por diversos tipos de lonas plásticas utilizadas na cobertura de parreirais em condições de campo. Simultaneamente, estão sendo realizados estudos relativos à instalação da cobertura plástica, compreendendo diferentes alturas acima da folhagem da videira e as modificações microclimáticas que o uso deste tipo de cobertura proporciona no parreiral.

Dentre os resultados preliminares referentes aos estudos de espectrometria, pode-se destacar a avaliação da transmissividade da radiação solar em cobertura plástica tipo polietileno com 170 micra de espessura, com dois períodos de uso: plástico A (com 8 meses de uso) e plástico B (com 14 meses de uso). As medidas espectrais foram realizadas utilizando-se radiômetros espectrais de alta resolução e filtros solares específicos (Figura 8), que realizam medidas da radiação em diversos comprimentos de onda do espectro solar, conectados a sistemas automáticos de coleta e armazenamento de dados.

Os resultados dessas avaliações mostraram que os valores médios da transmissividade da radiação solar global sob os plásticos A e B corresponderam a 68,2% e 60,2%, respectivamente, valores bastante inferiores ao valor mínimo



**Figura 7.** Vista aérea de áreas irrigadas no Submédio do Vale do São Francisco, com destaque para os parreirais com cobertura plástica, Petrolina, PE.



**Figura 8.** Radiômetros espectrais instalados sobre a videira (a) e filtros espectrais para medir a radiação solar em diferentes comprimentos de onda (b), Petrolina, PE.

fornecido pelo fabricante, que é de 80% (SOARES et al., 2005a). A análise espectrométrica para o plástico A resultou em 6,1% para radiação ultra-violeta (UV), 25,0% para a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) e 37,1% para a radiação infra-vermelho (IR). Para o plástico B, essa análise correspondeu a 3,8% para UV, 25,2% para PAR e 31,2% para IR. Comparando-se esses mesmos percentuais com aqueles incidentes sobre a cobertura plástica, verificou-se que eles foram de 7,8%; 43,7% e 48,5%, respectivamente, para o plástico A, e de 5,0%; 46,3 % e 48,7%, respectivamente, para o plástico B. Constatou-se que houve redução de 18,7% e 21,1% para a radiação PAR; de 1,7% e 1,2% para a UV e 11,4% e 17,5% para a IR, correspondentes aos plásticos A e B, respectivamente.



Este nível de redução de transmissividade em relação aos diversos comprimentos de ondas, especialmente para a radiação PAR, que foi de 21% para um período de apenas 14 meses, poderá inviabilizar o uso deste tipo de plástico, pelo menos, a partir do terceiro ano, mesmo que sua garantia de duração fosse superior a 3 anos. Esta forte redução de transmissividade poderá ser atribuída à coloração esbranquiçada que esta lona adquire, mesmo com 8 meses de uso, que resulta no aumento do albedo ou da porcentagem de reflexão da radiação solar incidente. Com base nestes resultados, sugere-se que a lona plástica destinada à cobertura plástica de parreirais localizados na região tropical semiárida do Nordeste brasileiro seja acompanhada de atestado de garantia quanto à porcentagem de transmissividade, especialmente da radiação fotossinteticamente ativa ou PAR, durante um período mínimo de 3 anos.

## 2.4.2 Temperatura e umidade relativa do ar

Coombe (1967) aponta a temperatura do ar como a variável climática que exerce maior influência no sistema de produção da videira. Porém, a umidade do ar durante o ciclo também mostra-se muito importante, por favorecer o surgimento de doenças fúngicas e bacterianas. Valores elevados de umidade relativa do ar proporcionam o desenvolvimento de ramos vigorosos, porém a incidência de doenças fúngicas pode apresentar-se mais severa (MOTA et al., 1974).

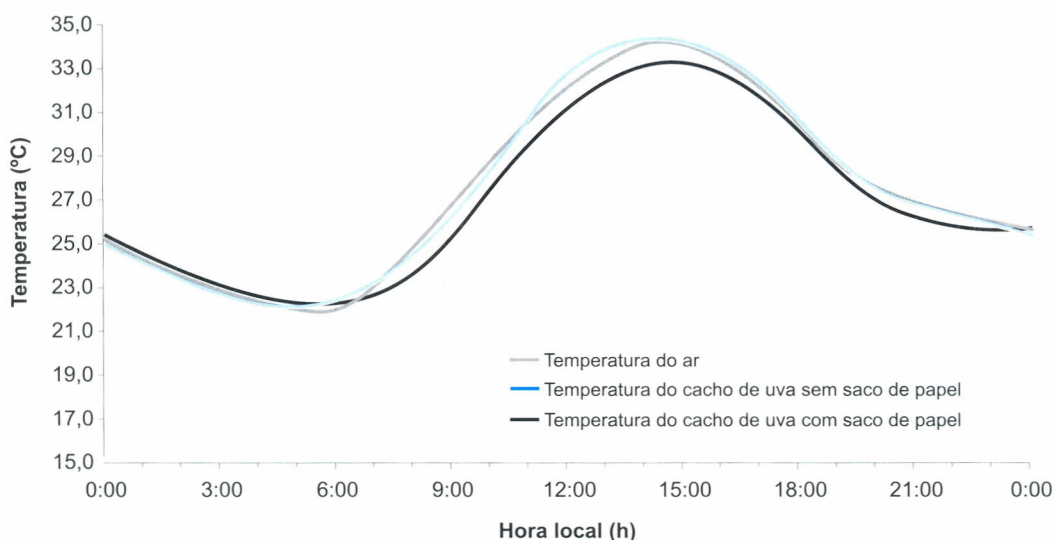
A possibilidade de cultivo da videira está estreitamente ligada à fenologia da planta, vez que temperaturas abaixo de  $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$  causam a morte das plantas, enquanto os danos causados por temperaturas elevadas dependem, também, de vários fatores, mas como os seus limites de resistência são muito variáveis, podem situar-se entre  $38\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ . De acordo com CostaCurta e Roselli (1980), a faixa de temperatura média, considerada ideal para o cultivo da videira, situa-se entre  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Geralmente, quando a temperatura do ar mostra-se elevada, a extensão do ciclo fenológico das cultivares de videira precoce tende a reduzir-se em, pelo menos, dez dias, mas depende da relação entre a área foliar e a produtividade esperada.

Tem-se observado a ocorrência de mudança de coloração ou mesmo de queimaduras nas bagas em cachos não sombreados em dias de céu claro, com temperaturas entre  $35\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $40\text{ }^{\circ}\text{C}$  ou mais. Verifica-se que os cachos das plantas localizadas nas bordaduras dos parreirais adquirem uma coloração amarelada mais intensa do que aqueles situados no interior dos parreirais. Queimaduras provocadas por temperaturas baixas não ocorrem nessa região, mas em regiões de clima frio, é um fator muito importante, pois também pode provocar a morte de gemas, ramos, folhas e flores.

A Figura 6b mostra a proteção individual do cacho da uva por meio de saco de papel de cor parda, com o objetivo, dentre outros, de conservar a coloração esverdeada das uvas brancas de mesa, visando atender às exigências de alguns mercados internacionais.

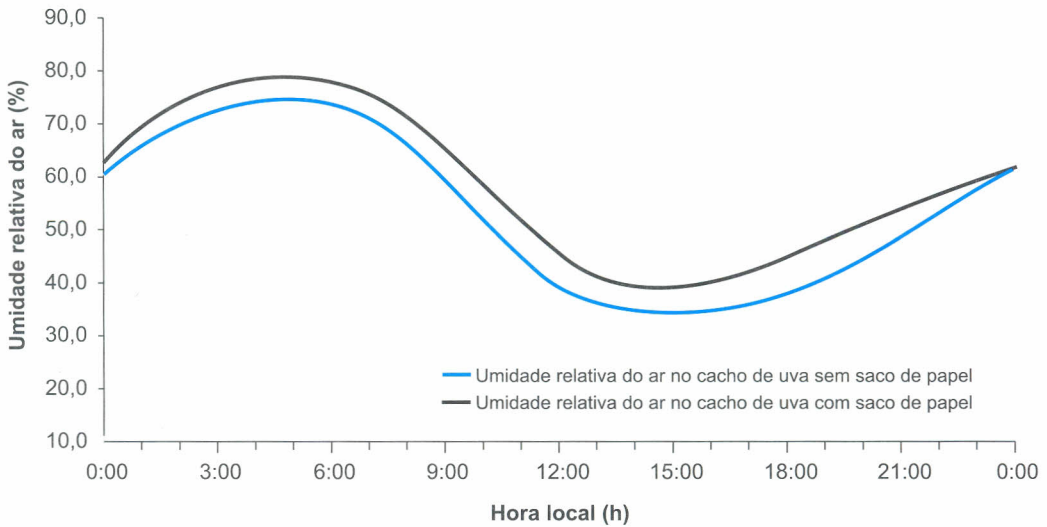
Moura et al. (2008) realizaram o monitoramento da temperatura e da umidade relativa do ar em cachos de uva cultivar Sugaone com e sem proteção do saco de papel pardo. Nas observações preliminares, constatou-se que: a) a temperatura do ar nos cachos ensacados não apresentou o mesmo comportamento ao longo do dia que nos cachos desensacados. No período diurno, praticamente não houve diferença entre a temperatura ambiente e a temperatura do cacho não ensacado, enquanto que nos cachos ensacados, foram verificadas temperaturas de até 1,5 °C inferiores à temperatura ambiente. Durante o período noturno, principalmente a partir das 22 h (hora local), observou-se uma inversão de comportamento da temperatura do ar, e os cachos ensacados apresentaram-se ligeiramente mais quentes que o ar (Figura 9). Nesse mesmo estudo, quando se comparou a temperatura do ar com a temperatura do cacho descoberto, verificou-se que a diferença entre elas foi pequena, atingindo no máximo 1,40%; já quando a comparação foi feita considerando o cacho da uva ensacado, constatou-se que as diferenças foram maiores, alcançando o valor máximo de 5,7%; b) a umidade relativa do ar nos cachos ensacados foi maior do que nos cachos não ensacados. Os valores máximos foram  $78,57\% \pm 5,29\%$  e  $76,32\% \pm 4,64\%$  para os cachos com e sem sacos, respectivamente, enquanto que os mínimos foram iguais a  $39,68\% \pm 13,28\%$  para cachos ensacados e  $34,13\% \pm 4,89\%$  para cachos não ensacados (Figura 10).



**Figura 9.** Comportamento da temperatura do ar e do cacho da uva Sugaone protegido ou não com saco de papel pardo durante a fase de maturação da baga no Submédio do Vale do São Francisco.

Fonte: Moura et al. (2008).





**Figura 10.** Comportamento da umidade relativa do ar no cacho de uva Sugaone protegido ou não com saco de papel pardo durante a fase de maturação da baga no Submédio do Vale do São Francisco.

Fonte: Moura et al. (2008).

Valores mais elevados de umidade relativa do ar nos cachos ensacados podem favorecer o desenvolvimento de doenças fúngicas nos cachos. O ensacamento dos cachos de uva facilita, também, o alojamento de lagartas, o que pode causar grandes danos aos cachos, vez que estas comem a casca da ráquis do cacho ou a própria baga, ou, ainda, uma baga fendilhada ou murcha após o cacho ser ensacado pode comprometer todo o cacho, vez que não está visível para limpeza.

Em regiões de clima temperado, a videira necessita de temperaturas baixas durante o período de dormência ou de repouso fenológico, para otimizar a percentagem de brotação, pois o acúmulo de horas de frio com temperatura inferior a 7,2 °C pode alcançar 800 horas ou mais. As cultivares destinadas à elaboração de vinhos permanecem em dormência até que a temperatura média diária, na primavera, alcance 10 °C. Isto significa que a diferenciação das gemas frutíferas é um processo altamente complexo e regulado, pois os cachos do ciclo consecutivo começam sua formação no início da floração do ciclo de produção anterior. O balanço hormonal na planta, associado às condições climáticas do ambiente, destaca-se como variável importante na diferenciação das gemas frutíferas da videira. Dentre as variáveis climáticas, a temperatura e a luz solar sobressaem como as mais importantes. Tem-se constatado, em muitas cultivares de videira, que o número de inflorescências tem sido mais elevado quando a temperatura do ar diária média aumenta de 20 °C para 35 °C, durante o período de diferenciação floral. No entanto, temperaturas maiores que 35 °C não favorecem o aumento do índice de fertilidade de gemas e, em alguns casos, a fertilidade pode diminuir sob temperaturas maiores que 40 °C (DOKOOZLIAN, 2000a).

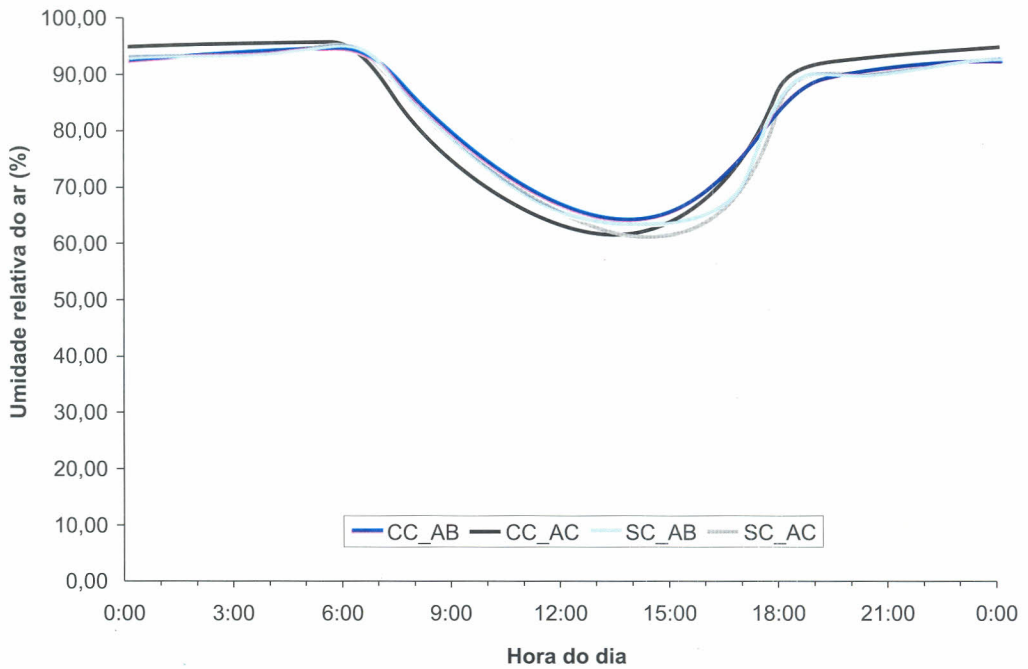
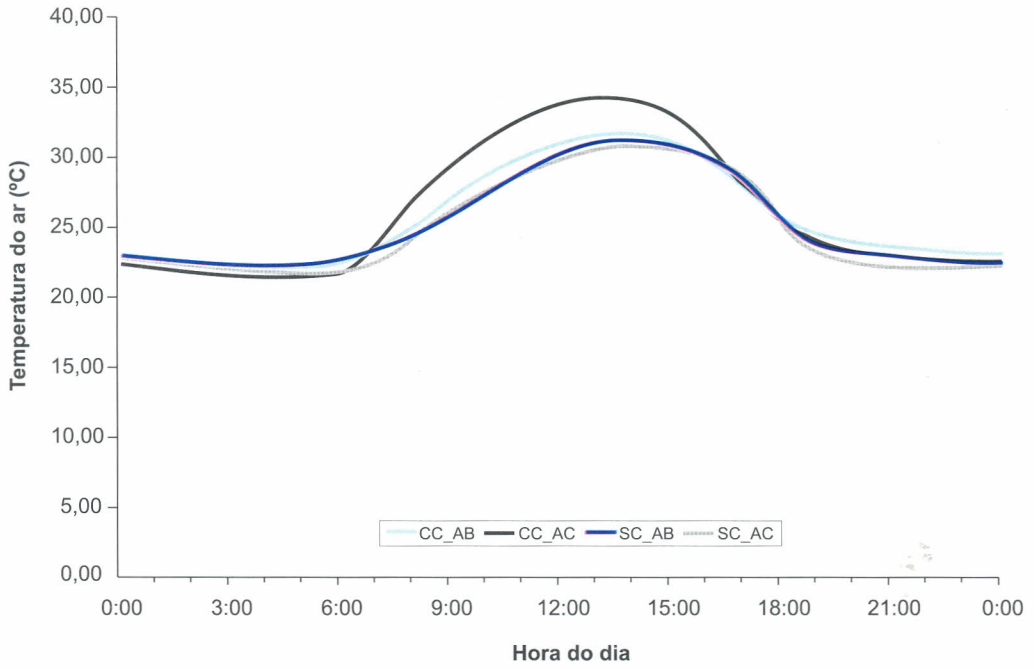
A floração da videira destaca-se como uma das fases mais importantes, vez que o grão de pólen só germina para formar o tubo polínico se as condições ambientais forem favoráveis. A temperatura ótima para a formação e desenvolvimento do tubo polínico varia entre 26,8 °C e 32,2 °C. No entanto, na maioria dos casos, somente 20% a 30% das flores de uma inflorescência vingam.

A temperatura ótima para o crescimento das bagas é de 25 °C, mas a sua taxa de crescimento tende a diminuir quando a temperatura difere deste valor. Trabalhos têm mostrado que as taxas de divisão celular e de alongamento celular são máximas quando a temperatura do ar oscila em torno de 25 °C. A primeira fase de crescimento da baga parece ser o estágio de crescimento de frutos mais sensível à temperatura. Porém, temperatura acima de 35 °C pode proporcionar redução no crescimento e, conseqüentemente, no tamanho da baga.

Os fatores que afetam o crescimento das bagas são genéticos e biofísicos, como: pressão de turgor, extensibilidade e elasticidade do exocarpo, que influenciam no crescimento das células da baga. A expansão celular de algumas cultivares, durante a segunda fase de crescimento dos frutos, pode implicar a rachadura do exocarpo ou da baga. A causa precisa da rachadura de bagas é desconhecida, mas envolve interações entre turgor celular, propriedades de elasticidade do exocarpo e fatores ambientais, como oscilações bruscas de temperatura e de umidade relativa do ar.

Em estudos realizados no Submédio do Vale do São Francisco, com e sem o uso da cobertura plástica na videira cv. Sagraone, no período de janeiro a abril de 2005, constatou-se que os valores médios de temperatura do ar na área sem cobertura e na condição abaixo da folhagem (AB), foram de 29,14 °C  $\pm$  1,69 °C, para o período diurno, e de 23,21 °C  $\pm$  1,13 °C, para o período noturno, enquanto na condição acima da folhagem (AC), a temperatura foi de 28,85 °C  $\pm$  1,58 °C e de 23,02 °C  $\pm$  1,18 °C, para os períodos diurno e noturno, respectivamente. Sob cobertura plástica, na condição AB, esses valores foram de 28,84 °C  $\pm$  1,53 °C (diurno) e de 23,15 °C  $\pm$  0,93 °C (noturno) e na condição AC, foram de 30,92 °C  $\pm$  1,96 °C (diurno) e de 22,59 °C  $\pm$  1,01 °C (noturno). Com relação à umidade relativa do ar, verificou-se que os valores médios diurnos determinados na condição AB foram de 74,93%  $\pm$  9,67% no parreiral coberto e de 73,50%  $\pm$  10,46% na testemunha, enquanto à noite, esses valores foram de 91,66%  $\pm$  1,13% e de 92,29%  $\pm$  1,04%, respectivamente (SOARES et al., 2005b; SOARES et al., 2007). Na condição AC durante o dia, os valores de UR foram de 72,67%  $\pm$  10,45% no parreiral coberto e de 73,20%  $\pm$  10,66% na testemunha e, à noite, iguais a 94,34%  $\pm$  0,89% e 92,35%  $\pm$  1,04%, respectivamente. Esses pesquisadores concluíram que a cobertura plástica proporciona aumento de temperatura do ambiente e redução da umidade relativa do ar durante o período diurno, enquanto à noite, ocorre o inverso (Figura 11).





**Figura 11.** Comportamentos da temperatura e da umidade relativa do ar em parreirais com e sem cobertura plástica, Petrolina, PE.

Fonte: Soares et al. (2007).

Ainda com relação às modificações microclimáticas provocadas pela cobertura plástica do parreiral, Gurgel et al. (2006) realizaram estudo que objetivou avaliar o comportamento da temperatura do ar média diária ao longo do ciclo da videira, cv. Sugaone, cultivada com e sem cobertura plástica, cuja lona era do tipo polietileno, com 170 micra de espessura e 80% de transparência. Em cada tratamento, foram instalados dois psicrômetros com termopares de cobre-constantan, sendo um abaixo da folhagem da videira (AB) e outro acima (AC), conectados a dataloggers, que realizaram as medidas a cada 5 segundos e médias de 15 minutos, ao longo de todo o ciclo produtivo da videira. Estes autores constataram que a cobertura plástica ocasionou um aumento médio de apenas  $3,35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,58\text{ }^{\circ}\text{C}$  na temperatura do ar acima da folhagem da videira, para o período compreendido entre 10 h e 17 h. Ainda de acordo com os mesmos autores, em termos gerais, pode-se constatar que os valores médios da temperatura ( $26,31\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,79\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) acima da folhagem, no ambiente protegido, superaram a média do nível abaixo da folhagem ( $25,69\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 0,84\text{ }^{\circ}\text{C}$ ), principalmente a partir da metade do ciclo produtivo (60 dias após a poda). Tal fato não foi constatado na condição sem cobertura, quando os valores médios de temperatura obtidos nos níveis 1 e 2 mostraram-se semelhantes ao longo de todo o ciclo, tendo sido da ordem de  $25,42\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,85\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $25,19\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1,80\text{ }^{\circ}\text{C}$ , respectivamente.

A composição da uva é dependente da quantidade de água, açúcares, ácidos (tartárico e málico), pH, compostos fenólicos e nitrogenados, minerais inorgânicos e compostos do aroma e do sabor. A temperatura é um fator climático que interfere no teor de ácidos das bagas. Ou seja, durante o estágio inicial de desenvolvimento do fruto, a temperatura ótima para a síntese de ácidos varia entre  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  e  $25\text{ }^{\circ}\text{C}$ , sendo que durante a maturação, a acidez das bagas está negativamente correlacionada com a temperatura do ar. Em geral, os frutos que amadurecem sob condições de baixas temperaturas possuem maiores valores de acidez total, particularmente de ácido málico, do que os frutos que amadurecem sob condições de altas temperaturas. A acidez dos frutos pode variar consideravelmente entre os anos, sendo que os maiores valores de acidez são esperados quando ocorrem estações de crescimento com temperaturas baixas. A acidez total é um parâmetro bastante importante para cultivares de uvas destinadas à elaboração de vinhos finos, por interferir na vida de prateleira deles.

Com relação à composição química da uva, não havendo excesso de precipitação pluvial, quanto mais elevada for a temperatura do ar da região de cultivo, dentro dos limites críticos, maior será a concentração de açúcares e menor a de ácido málico, o que favorece o cultivo de uva de mesa, para passas e para elaboração de vinhos doces, enquanto que as regiões mais frias são mais favoráveis ao cultivo de videiras destinadas à elaboração de vinhos secos, por proporcionarem um maior teor de ácido nos frutos (COOMBE, 1967; WINKLER et al., 1974).



### 2.4.3 Precipitação

Em termos de exigências hídricas, a videira é uma cultura muito resistente à seca, graças ao seu sistema radicular, que é capaz de atingir grandes profundidades (COSTACURTA; ROSELLI, 1980). As regiões de cultivo da videira incluem também áreas onde a precipitação pluviométrica é baixa e a demanda evaporativa é alta, condição essa que impõe o fornecimento de água por meio da técnica da irrigação. Nessas áreas, mesmo sob condições irrigadas, a videira pode sofrer estresse hídrico causado pelo manejo inadequado da água. Uma deficiência hídrica prolongada pode provocar redução significativa na produtividade e na qualidade da uva. Quando essa deficiência ocorre durante o período inicial de crescimento das bagas, acontece uma redução do tamanho dos frutos e, durante a maturação, atraso no amadurecimento, afetando a coloração e favorecendo a queima das bagas pelo sol (VADIA; KASIMATIS, 1961, citados por WINKLER et al., 1974).

O excesso de chuvas, por outro lado, combinado com temperaturas elevadas, torna a cultura muito suscetível a doenças fúngicas, sendo conveniente que não ocorram precipitações durante todo o período vegetativo, pois a ocorrência de chuvas no início do ciclo favorece o ataque de fungos nos brotos jovens, durante a floração dificulta a fecundação das flores e, no final da maturação, pode produzir ruptura e podridão das bagas (WINKLER et al., 1974).

Para evitar os inconvenientes causados pelo excesso de precipitação pluvial, Romanella (1974) afirma que é preferível que a cultura vegete sob condições secas e que as necessidades hídricas sejam satisfeitas por meio da irrigação. Dessa forma, as condições semiáridas no Submédio do Vale do São Francisco propiciam o cultivo da videira em dez dos doze meses do ano. Recentemente, com a tendência de se produzir uvas sem sementes, com o intuito de suprir a demanda gerada pelas “janelas” dos mercados internacionais, têm-se utilizado cultivares de uvas sem sementes muito sensíveis à precipitação, principalmente durante as fases de floração e de maturação das bagas. Coincidentemente, as janelas de mercado para exportação conduzem as colheitas para os períodos nos quais ocorrem chuvas no polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA, e isso tem provocado grandes perdas na produção e prejuízo aos produtores.

No Submédio do Vale do São Francisco, a videira é conduzida para a obtenção de duas safras anuais, sendo uma no primeiro e outra no segundo semestre. Assim, quando a data de poda é definida de acordo com as janelas de mercado, adotando-se uma ou duas colheitas por ano, as podas são realizadas nos meses de dezembro a fevereiro e de maio a julho. Quando a poda é realizada no início do ano, praticamente todo o ciclo produtivo da videira ocorre dentro do período chuvoso, compreendendo tanto a fase vegetativa quanto a de maturação dos frutos. Nessas condições, a videira pode ser submetida a graves problemas, tais como abortamento

de flores, elevados índices de incidência de doenças e rachadura de bagas durante a fase de maturação, o que implica na perda parcial ou total da safra. Condições bastante diferenciadas podem ser observadas quando se opta por apenas uma safra por ano e o ciclo produtivo ocorre ao longo do segundo semestre. Contudo, apesar de se tratar de um período quente e seco, podem ocorrer chuvas nos meses de outubro e novembro, que podem coincidir com a maturação da uva e, por conseguinte, provocar rachaduras e apodrecimento das bagas, resultando na colheita de uvas com baixa qualidade para o mercado externo ou mesmo na perda parcial ou total da produção.

## 2.4.4 Vento

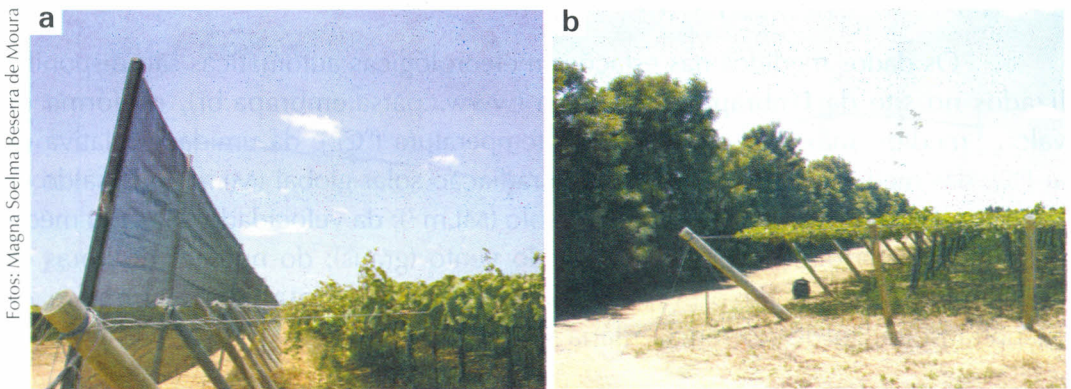
A maioria das cultivares de *Vitis vinifera* apresenta flores perfeitas ou hermafroditas, que se autopolinizam. Nesses casos, a presença de insetos polinizadores e a ação do vento, geralmente, não são consideradas importantes para a sua polinização. Contudo, o vento representa um grande problema para o manejo da copa da videira, implicando a necessidade de amarração frequente dos ramos, principalmente durante a fase de desenvolvimento vegetativo, elevando o custo de produção (DOKOOZLIAN, 2000a).

Os efeitos da ação dos ventos sobre as videiras podem ser físicos ou fisiológicos e existem indicações de que velocidades de vento entre  $3,0 \text{ m.s}^{-1}$  e  $4,0 \text{ m.s}^{-1}$  já iniciam a inibição de funções fisiológicas da videira, por intermédio do fechamento de estômatos, provocando níveis reduzidos de transpiração. Além disso, a exposição das videiras a ventos fortes pode causar danos físicos. Existe evidência de que o efeito de ventos moderados e constantes pode ser prejudicial ao desenvolvimento vegetativo e à produtividade da videira. Ventos fortes em parreirais em formação podem provocar a quebra dos ramos novos que ainda não estão lignificados, usualmente naqueles com até 30 cm de comprimento (COOMBE; DRY, 1998) e, em parreirais em produção, causam tanto a quebra dos ramos novos quanto injúrias mecânicas nos frutos, principalmente nas plantas localizadas nas extremidades das latadas.

Pedro Júnior. et al. (1998) estudaram o efeito do uso de quebra-ventos artificiais com tela plástica na produtividade da videira 'Niágara Rosada'. Segundo estes pesquisadores, as reduções da velocidade do vento no parreiral protegido pelo quebra-vento foram de 49%, 39% e 28%, correspondentes às distâncias de 4 m, 8 m e 16 m do quebra-vento em relação ao parreiral, respectivamente. Apesar de a análise estatística não ter mostrado diferenças significativas entre os tratamentos, foi observada uma tendência de aumento de 15% a 29% na produtividade e de 22% na área foliar nas videiras protegidas da ação dos ventos.



Alguns viticultores do Submédio do Vale do São Francisco utilizam quebra-ventos de tela sintética tipo sombrite (Figura 12a) e de plantas vivas (Figura 12b) para reduzir a velocidade do vento nos “túneis” formados abaixo da latada, entre as fileiras, principalmente na extremidade da latada situada a barlavento. Nesta região, ainda não foram realizadas pesquisas para se avaliar os níveis de danos provocados pela ação do vento com e sem o uso de barreiras de quebra-ventos. Contudo, é sabido que ele tem grande influência na quebra de ramos jovens, no abortamento de flores, na abertura/fechamento dos estômatos, na evapotranspiração e, conseqüentemente, na produtividade e na qualidade de frutos para consumo in natura e para processamento.



**Figura 12.** Quebra-vento artificial (a) e barreira viva (b) utilizados no cultivo da videira no Submédio do Vale do São Francisco, Petrolina, PE.

## 2.5 Monitoramento climático do Submédio do Vale do São Francisco

O clima no Submédio do Vale do São Francisco, especificamente no polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA, é monitorado desde 1970 por meio de duas estações meteorológicas convencionais nos Campos Experimentais de Bebedouro, em Petrolina, PE (Figura 13), e de Mandacaru, em Juazeiro, BA, instaladas, inicialmente,

**Figura 13.** Estação meteorológica convencional localizada no Campo Experimental de Bebedouro, Petrolina, PE.

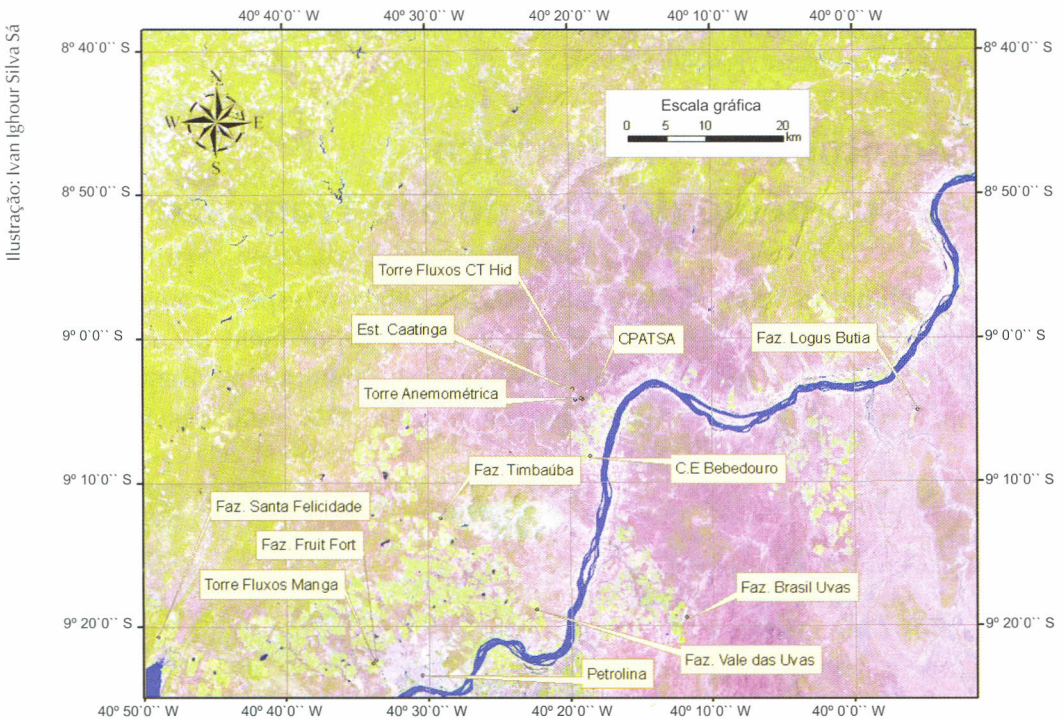


Foto: Magna Soelma Beserra de Moura

pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (Sudene) e, atualmente, sob a responsabilidade da Embrapa Semi-Árido. A partir de 2003, as condições climáticas nessa região passaram a ser monitoradas, também, por uma rede constituída por sete estações meteorológicas automáticas, distribuídas em fazendas localizadas nos municípios de Petrolina, PE, Casa Nova, Juazeiro e Curaçá, BA (Figura 14).

As estações meteorológicas estão localizadas de maneira a proporcionar o melhor monitoramento das áreas de agricultura irrigada. Assim, elas estão instaladas em superfícies gramadas, em uma área de 10 m x 10 m, distantes, pelo menos, dez vezes a altura do obstáculo mais próximo, a fim de evitar que as medidas meteorológicas sejam influenciadas por ele.

Os dados medidos nas estações meteorológicas automáticas são disponibilizados no site da Embrapa Semi-Árido ([www.cpatsa.embrapa.br](http://www.cpatsa.embrapa.br)), na forma de valores médios, máximos e mínimos da temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e da umidade relativa do ar (%); das médias do período diurno da radiação solar global ( $\text{MJ.m}^{-2}$ ), do saldo de radiação ( $\text{MJ.m}^{-2}$ ) e do fluxo de calor no solo ( $\text{MJ.m}^{-2}$ ); da velocidade do vento média diária ( $\text{m.s}^{-1}$ ); da direção predominante do vento (graus); do número de horas de molhamento foliar; da precipitação pluviométrica total diária (mm) e da evapotranspiração de referência diária (mm).

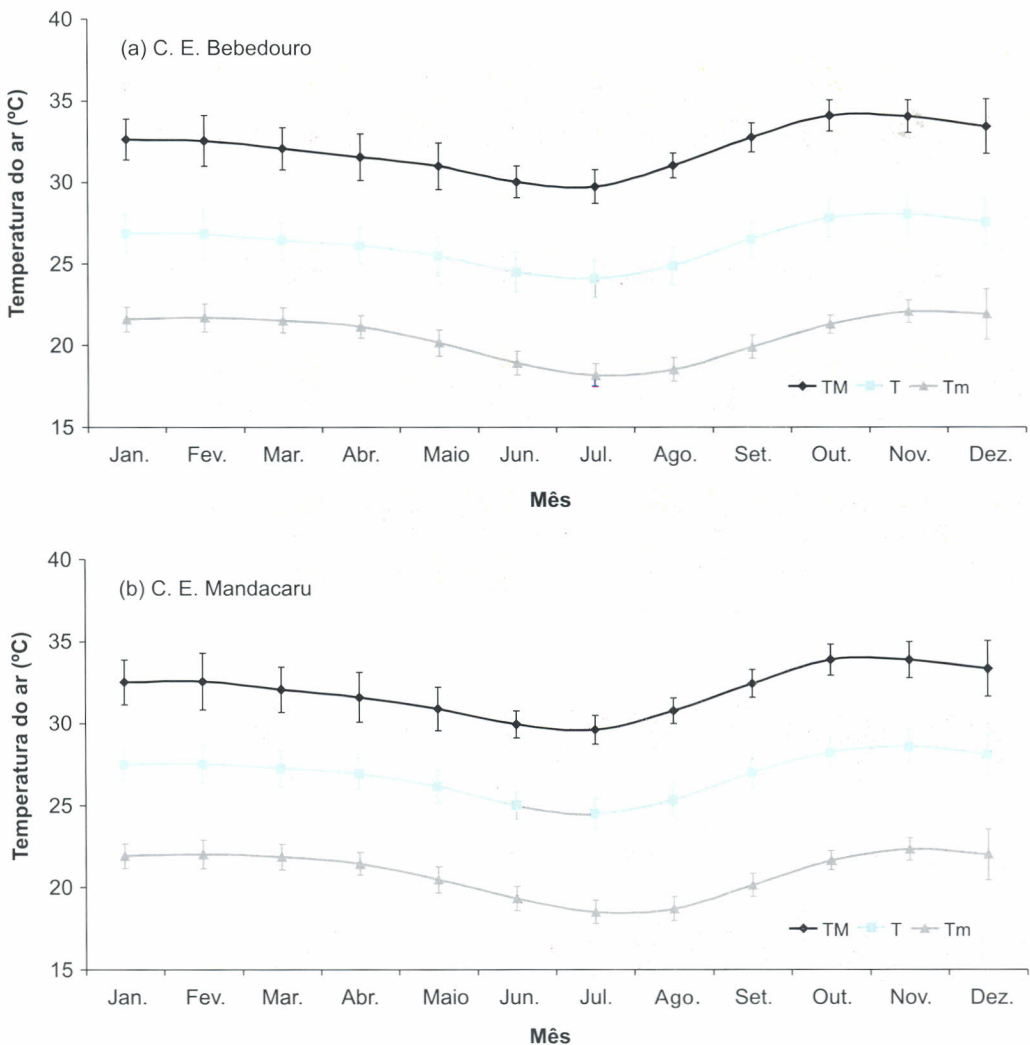


**Figura 14.** Localização da rede de estações meteorológicas automáticas do Submédio do Vale do São Francisco.



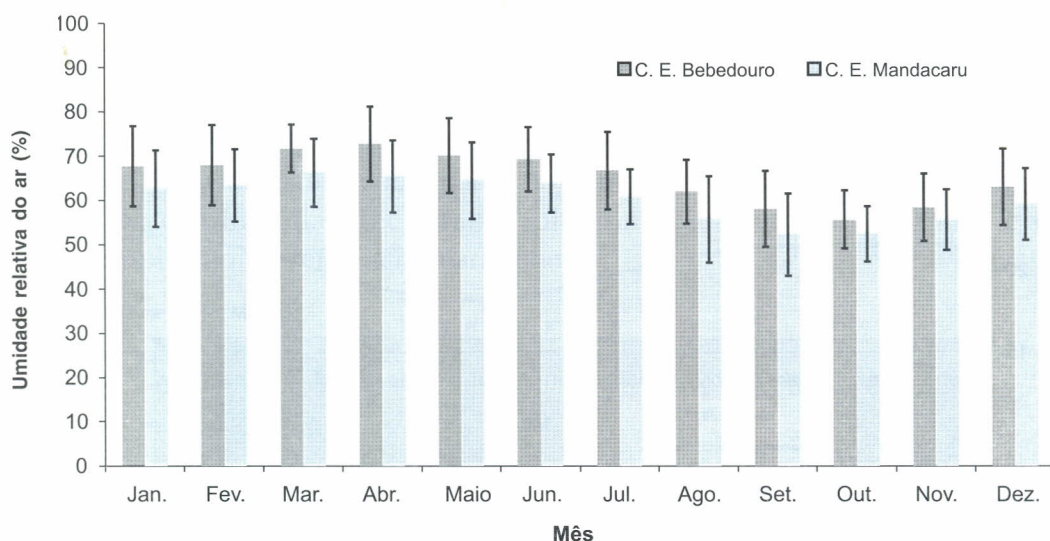
As informações climáticas medidas nas estações convencionais desde 1970 são apresentadas na forma de médias mensais, a fim de caracterizar o Submédio do Vale do São Francisco, que é a principal região exportadora de uvas finas de mesa e a segunda em produção de vinhos finos do Brasil.

O crescimento do cultivo da videira no Submédio do Vale do São Francisco é favorecido pelas condições climáticas predominantes. Nesta região, as normais mensais de temperatura média do ar variam de 24 °C a 28 °C e as de temperatura máxima e mínima variam de 29,6 °C a 33,9 °C e de 18,2 °C a 22,1 °C, respectivamente. Tem-se constatado uma pequena variabilidade interanual, sendo julho o mês mais frio e outubro e novembro os meses mais quentes do ano (Figura 15).



**Figura 15.** Temperatura do ar máxima (TM), média (T) e mínima (Tm) referentes ao período de 1970 a 2006 no Campo Experimental de Bebedouro, Petrolina, PE (a) e Campo Experimental de Mandacaru, Juazeiro, BA (b).

As normais mensais de umidade relativa do ar variam de 55,6%, no mês de outubro, a 72,7%, no mês de abril, sendo a média mensal igual a 65,3% (Figura 16). Os meses mais úmidos correspondem àqueles do período chuvoso, quando ocorrem sérios problemas fitossanitários na cultura da videira. A precipitação pluviométrica é o elemento climático que apresenta maior variabilidade, tanto espacial como temporal. Embora as séries históricas evidenciem uma pluviometria anual média da ordem de 400 mm, nos últimos 37 anos, em Bebedouro, Petrolina, PE, essa média é igual a  $537,3 \text{ mm} \pm 179,4 \text{ mm}$ . O período chuvoso concentra-se entre os meses de novembro e abril, com 90% do total anual, sendo que a quadra chuvosa de janeiro a abril contribui com 69% do total anual. Os meses de março e de agosto destacam-se como o mais e o menos chuvoso, com totais médios de  $130,6 \text{ mm} \pm 92,6 \text{ mm}$  e  $4,0 \text{ mm} \pm 5,2 \text{ mm}$ , respectivamente (Figura 17).



**Figura 16.** Umidade relativa do ar média mensal referente ao período de 1970 a 2006, Campo Experimental de Bebedouro, Petrolina, PE e Campo Experimental de Mandacaru, Juazeiro, BA.

Com relação à energia solar, também, não há restrição ao processo fotossintético. As normais de radiação global variam de  $14,8 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1} \pm 1,7 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$  a  $21,4 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1} \pm 2,1 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$ , para os meses de junho e outubro, respectivamente, cuja variabilidade interanual é insignificante (Figura 18).

A evapotranspiração determinada pelo método do tanque Classe "A" (ET<sub>o</sub>), no Campo Experimental de Bebedouro, Petrolina, PE, acompanha a pequena variação anual do regime térmico, que é dependente do regime de radiação solar global anual, sendo os menores valores obtidos entre os meses de abril e julho, quando a ET<sub>o</sub> é, em média, igual a  $4,8 \text{ mm.dia}^{-1} \pm 0,8 \text{ mm.dia}^{-1}$ .



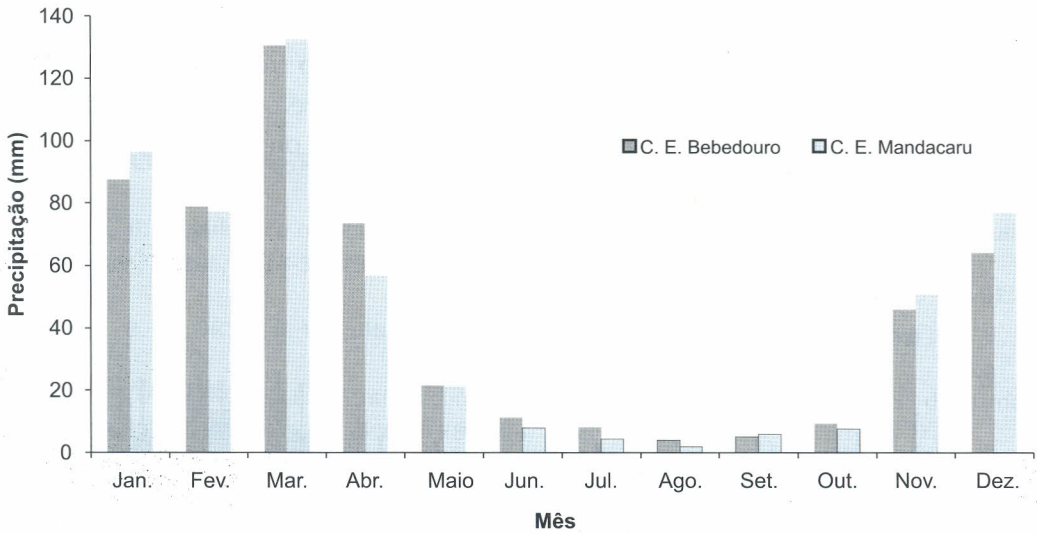


Figura 17. Histograma de precipitação pluvial média do período de 1970 a 2006 no Campo Experimental de Bebedouro, Petrolina, PE e Campo Experimental de Mandacaru, Juazeiro, BA.

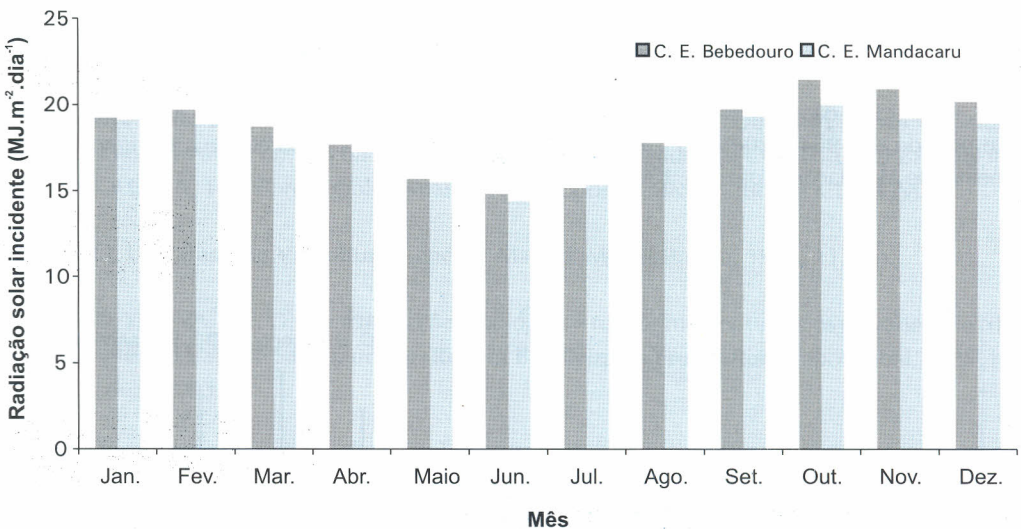
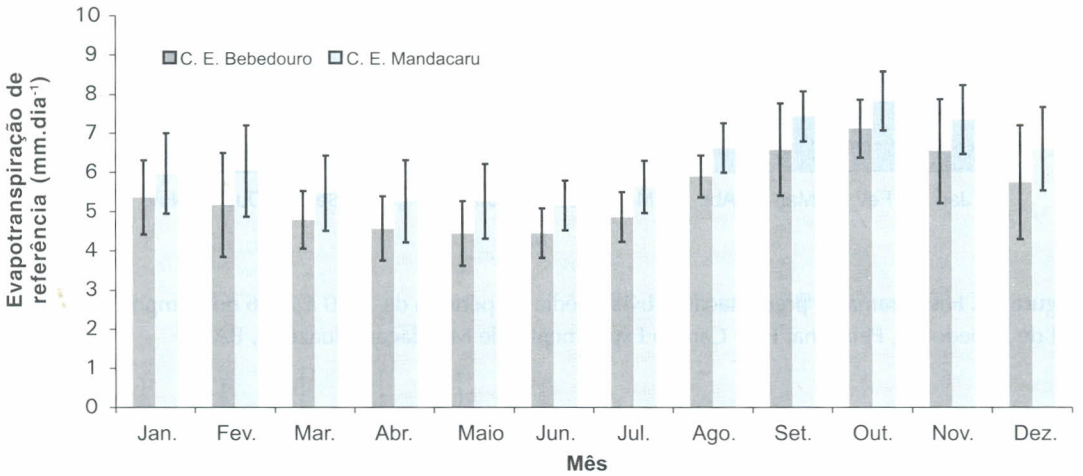


Figura 18. Radiação solar global incidente média mensal referente ao período de 1970 a 2006 no Campo Experimental de Bebedouro, Petrolina, PE, e Campo Experimental de Mandacaru, Juazeiro, BA.

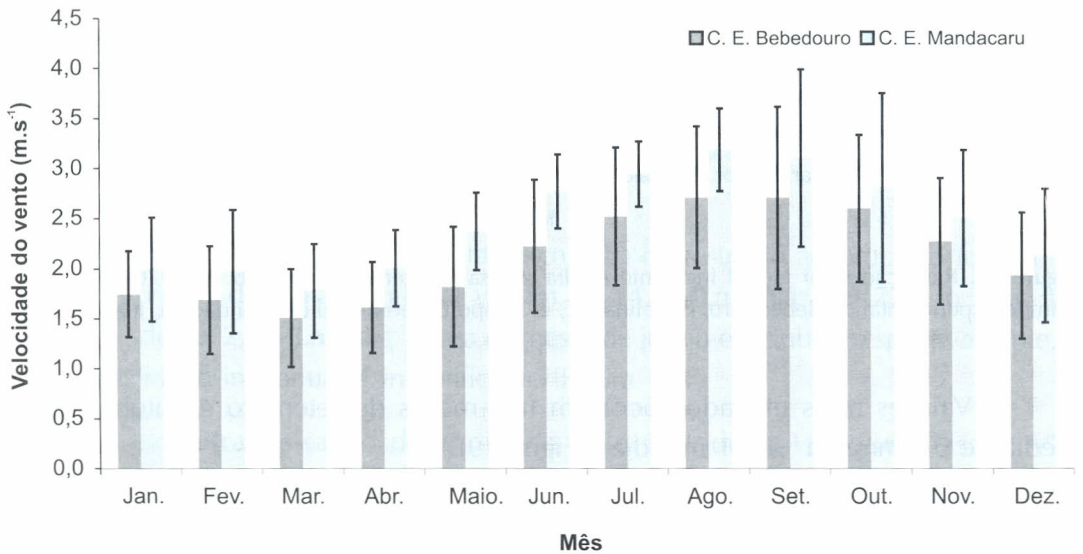
Valores mais elevados ocorrem nos meses de setembro e outubro, com média de  $6,7 \text{ mm.dia}^{-1} \pm 1,1 \text{ mm.dia}^{-1}$  (Figura19).

A Figura 20 apresenta o comportamento da velocidade do vento a 2 m de altura em relação à superfície do solo. Pode-se observar que os maiores valores têm sido obtidos entre os meses de julho e outubro, quando a velocidade do vento é superior a  $3 \text{ m.s}^{-1}$ . Estes meses correspondem ao período mais seco do ano, enquanto

os menores valores ocorrem entre os meses de dezembro e abril, mostrando-se inferiores a  $2,1 \text{ m.s}^{-1}$ . Os maiores danos causados pelo vento aos parreirais ocorrem entre os meses de julho e outubro, quando a velocidade média é de  $2,6 \text{ m.s}^{-1} \pm 0,8 \text{ m.s}^{-1}$ . Uma prática comum para minimizar esse problema é a utilização de quebra-ventos.



**Figura 19.** Histograma da evapotranspiração de referência mensal obtida pelo método do Tanque Classe A para o período de 1964 a 2005, no Campo Experimental de Bebedouro, Petrolina, PE, e no Campo Experimental de Mandacaru, Juazeiro, BA.



**Figura 20.** Média mensal da velocidade do vento diária referente ao período de 1970 a 2006, no Campo Experimental de Bebedouro, Petrolina, PE, e no Campo Experimental de Mandacaru, Juazeiro, BA.



## 2.6 Referências

CHANG, J. **Climate and agriculture**. Chicago: Aldine, 1968. 296 p.

COOMBE, B. G. Influence of temperature on composition and quality of grapes. **Acta Horticultrae**, Wageningen, n. 206, p. 23-35, 1967.

COOMBE, B. G.; DRY, P. R. **Viticulture: resources**. Adelaide: Winetitles, 1998. v. 1, 296 p.

COSTACURTA, A.; ROSELLI, G. Critères climatiques et édaphiques pour l'établissement des vignobles. **Bulletin de l'OIV**, Paris, v. 53, n. 596, p. 783-786, 1980.

DOKOOZLIAN, N. Introduction to Grapevine Canopy Management: Viticulture and Enology. In: VINEYARD CANOPY ASSESSMENT WORKSHOP. **[Proceedings...]**. Davis: University of California, 2000a.

DOKOOZLIAN, N. Principles of Grapevine Canopy Management. In: VINEYARD CANOPY ASSESSMENT WORKSHOP. **[Proceedings...]**. Davis: University of California, 2000b.

EMPASC. **Zoneamento agroclimático do Estado de Santa Catarina**. Porto Alegre: Pallotti. 1978. 150 p.

GURGEL, M. T.; MOURA, M. S. B.; SOARES, J. M.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; OLIVEIRA, G. M. Comportamento da temperatura do ar na cultura da videira em ambiente protegido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 14., Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: CBMET, 2006. 1 CD-ROM.

HIDALGO, L. **Tratado de Viticultura General**. Madrid: Mundi-Prensa, 1999. 1172 p.

LEÃO, P. C. S.; SILVA, E. E. G. Caracterização fenológica e requerimentos térmicos de variedades de uvas sem sementes no Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 379-382, dez. 2003.

MOTA, F. S. da; BEIRCIORF, M. I. C.; ACOSTA, M. J. C.; Motta, W. A.; Westphalen, S. L. Zoneamento climático do Rio Grande do Sul para a videira européia. In: CONFERENCIA LATINOAMERICANA DO VINHO E DA UVA, 6., 1974, Caxias do Sul. **Ata das reuniões...** Caxias do Sul: Olavu, 1974. Não paginado.

MOURA, M. S. B.; SOARES, J. M.; SOUZA, L. S. B.; SILVA, T. G. F.; BRANDÃO, E. O. Efeitos do saco de papel pardo sobre a temperatura e umidade do ar nos cachos de uva Superior Seedless no Submédio São Francisco. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 15., 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: CBMET, 2008. 1 CD-ROM.

PEDRO JÚNIOR, M. J.; PEZZOPANE, J. R. M.; MARTINS, F. P.; MORAES, A. V. C. Efeito do uso do quebra-vento na produtividade da videira 'Niagara Rosada'. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 6, n. 1, p. 75-79, 1998.

PEDRO JÚNIOR, M. J.; POMMER, C. V.; MARTINS, F. P. Curvas de maturação e estimativa do teor de sólidos solúveis para a videira 'Niagara Rosada' com base em dados meteorológicos. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 2, p. 317-321, 1997.

PEDRO JÚNIOR, M. J.; SENTELHAS, P. C. Clima e produção. In: POMMER, C. V. **Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2003. p. 63-107.

PEDRO JÚNIOR, M. J.; SENTELHAS, P. C.; MARTINS, F. P. Previsão agrometeorológica da data de colheita para a videira Niagara Rosada. **Bragantia**, Campinas, v. 53, n. 1, p. 113-119, 1994b.

PEDRO JÚNIOR, M. J.; SENTELHAS, P. C.; POMMER, C. V.; MARTINS, F. P.; GALLO, P. B.; SANTOS, R. R.; BOVI, V.; SABINO, J. C. Caracterização fenológica da videira 'Niagara Rosada' em diferentes regiões paulistanas. **Bragantia**, Campinas, v. 52, n. 2, p. 153-160, 1993.

PEDRO JÚNIOR, M. J.; SENTELHAS, P. C.; POMMER, C. V.; MARTINS, F. P. Determinação da temperatura-base, graus-dia e índice biometeorológico para a videira Niagara Rosada. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, n. 1, p. 51-56, 1994a.

PRESCOT, J. A. The climatology of the vine (*Vitis vinifera* L.). The cool limit of cultivation. **Transactions of the Royal Society of South Australia**, Adelaide, v. 88, n. 89, p. 5-23, 1965.

RADIAÇÃO eletromagnética. Disponível em: [http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f1/EM\\_spectrum.svg/480px-EM\\_spectrum.svg.png](http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f1/EM_spectrum.svg/480px-EM_spectrum.svg.png). Acesso em: 25 mar. 2009.

ROMANELLA, C. A. **El riego de la vid**. Petrolina, 1974, 18 p. Trabalho apresentado no Curso de Produção de Hortaliças e Frutas sob irrigação em Petrolina, PE e Juazeiro, BA, 1974. Não publicado.

SOARES, J. M.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; MOURA, M. S. B.; OLIVEIRA, G. M.; ESPINOLA SOBRINHO, J. Avaliação da transmissividade da radiação solar em cobertura plástica usada na videira no Submédio São Francisco. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10., 2005, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005a. p. 253.

SOARES, J. M.; MOURA, M. S. B. de; NASCIMENTO, T.; LIMA, M. A. C. de; BORGES, R. M. E.; LIMA FILHO, J. M. P.; LOPES, D. B.; SILVA, J. D. da; LEITÃO, M. M. V. B. R.; OLIVEIRA, G. M. de; SOBRINHO, J. E.; SOUZA LEÃO, P. C. de. **Avaliação da cobertura plástica no manejo integrado de uvas sem sementes no Submédio São Francisco**: relatório técnico de atividades de pesquisas desenvolvidas na cultura da videira, na Fazenda Vitis Agrícola. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2007. 72 p.

SOARES, J. M.; MOURA, M. S. B.; NASCIMENTO, T.; LEITÃO, M. M. V. B. R.; OLIVEIRA, G. M. Modificação do microclima em parreirais sob cobertura plástica no Submédio São Francisco. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE VITICULTURA E ENOLOGIA, 10., 2005, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2005b. p. 253.

TEIXEIRA, A. H.; AZEVEDO, P. V. Zoneamento agroclimático para a videira européia no Estado de Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 139-145, 1996.



TEIXEIRA, A. H.; SOUZA, R. A.; RIBEIRO, P. H. B.; REIS, V. C. S.; SANTOS, M. G. L. Aptidão agroclimática da cultura da videira no estado da Bahia, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 1, p. 107-111, 2002.

THORNTHWAITE, C. W.; MATHER, J. R. The water balance. **Climatology**, Centerton, v. 8, n. 1, p. 1-14, 1955.

TIBA, C. (Coord.). **Atlas solarimétrico do Brasil**: banco de dados terrestres. Recife: Editora da UFPE, 2000. 111 p. il.

WINKLER, A. J.; COOK, J. A.; KIEWER, W. M. **General viticulture**. 2. ed. Berkeley: University of California Press, 1974. 710 p. il.