

**MANEJO DA IRRIGAÇÃO COM RESTRIÇÃO
HÍDRICA SOBRE A FISIOLOGIA,
PRODUÇÃO E QUALIDADE DA UVA E DO
VINHO DA CULTIVAR CHENIN BLANC NO
VALE DO SÃO FRANCISCO**

ANDRÉ LUIS CHAVES COSTA

2009

ANDRÉ LUIS CHAVES COSTA

**MANEJO DA IRRIGAÇÃO COM RESTRIÇÃO HÍDRICA SOBRE A
FISIOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DA UVA E DO VINHO DA
CULTIVAR CHENIN BLANC NO VALE DO SÃO FRANCISCO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2009

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Costa, André Luis Chaves.

Manejo da irrigação com restrição hídrica sobre a fisiologia,
produção e qualidade da uva e do vinho da cultivar Chenin Blanc no
Vale do São Francisco / André Luis Chaves Costa. – Lavras :
UFLA, 2009.

70 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Luiz Carlos de Oliveira Lima.

Bibliografia.

1. Déficit hídrico. 2. Potencial hídrico. 3. Vinhos tropicais. 4.
Troca gasosa. 5. *Vitis vinifera* L. I. Universidade Federal de Lavras.
II. Título.

CDD – 663.2

ANDRÉ LUIS CHAVES COSTA

**MANEJO DA IRRIGAÇÃO COM RESTRIÇÃO HÍDRICA SOBRE A
FISIOLOGIA, PRODUÇÃO E QUALIDADE DA UVA E DO VINHO DA
CULTIVAR CHENIN BLANC NO VALE DO SÃO FRANCISCO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, área de concentração em Ciência dos Alimentos, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 20 de novembro de 2009

Dr. Giuliano Elias Pereira

EMBRAPA

Dr^a. Claudia Rita de Souza

EPAMIG

Prof. Dr. Luiz Carlos de Oliveira Lima
UFLA
(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

DEDICATÓRIA

A Deus, pela proteção e concessão desta graça alcançada!

Aos meus pais Samuel e Altair Costa, aos meus irmãos Ana, Sérgio, Flávio e Carla.

À minha esposa Juliana que sempre está ao meu lado me apoiando e incentivado.

Às minhas amigas irmãs Ingrid e Kosui

Aos meus amigos Marco Rivera e Carlan Silva.

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela proteção e força durante toda a caminhada para a obtenção deste título.

Ao prof. Luiz Carlos de Oliveira Lima, pela orientação, confiança, incentivo, ensinamentos, amizade e muito apoio durante a pós-graduação.

Ao Dr. Giuliano Elias Pereira, pela co-orientação, ensinamentos, incentivo, amizade, indicação e apoio durante todo o trabalho de dissertação.

Ao Dr. José Monteiro Soares, que sempre me apoiou e me incentivou na pesquisa.

Ao Dr. José Moacir P. Lima Filho, pela ajuda na obtenção dos dados de campo, “companheiro da madrugada”.

Ao Técnico Agrícola Cristiano Dantas, por sua dedicação e pelo excelente trabalho desenvolvido no campo experimental.

À Dr^a. Claudia Rita de Souza, por toda ajuda na fase de coleta de dados e pelas bibliografias concedidas.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA, pela oportunidade de realização deste curso e utilização de seus laboratórios.

À EMBRAPA Semi-Árido e Uva e Vinho, pela disponibilização de seus laboratórios.

À VINIBRASIL, pela disponibilização da área de campo do experimento.

À Facepe, pelo suporte financeiro.

Aos professores e funcionários do DCA, pela convivência e amizade.

À secretária do DCA-UFLA, Lucilene, pela dedicação no atendimento, pela amizade e por estar sempre disposta a colaborar.

À Fapemig, pelo suporte financeiro.

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	i
LISTA DE TABELAS.....	iv
RESUMO.....	v
ABSTRACT	vi
1 INTRODUÇÃO	1
2 OBJETIVO	3
3 REFERENCIAL TEÓRICO	3
3.1 A Região do Submédio São Francisco.....	3
3.2 Variedade e Porta-Enxerto.....	8
3.2.1 Variedade: Chenin Blanc	8
3.2.2 Porta-Enxerto: Jales (IAC- 572)	9
3.3 Fisiologia da Videira.....	10
3.3.1 Indicadores de estresse em relação ao estado hídrico em videira	10
3.3.2 Efeito da deficiência hídrica sobre o comportamento fisiológico.....	11
3.3.2.1 Efeito da deficiência hídrica sobre a resposta agrônômica	11
3.3.2.2 Efeito do estresse hídrico sobre a superfície foliar	12
3.3.2.3 Efeito do déficit hídrico sobre a atividade fotossintética	13
3.3.3 Efeito do deficit hídrico sobre o funcionamento da Videira	14
3.3.3.1 Fotossíntese e transpiração em situação de déficit hídrico	15
3.3.3.2 Limitações do crescimento dos órgãos vegetais	16
3.4 Irrigação	17
3.4.1 Efeito do excesso do déficit hídrico.....	19
3.4.2 Déficit hídrico controlado (DI).....	20
3.4.3 Métodos de controle do déficit hídrico	24
3.4.3.1 Acompanhamento e controle do déficit hídrico.....	25

3.5 Tecnologia de Vinificação	28
3.5.1 Tipos de Vinhos Brancos	28
3.5.2 Vinificação: Etapas do processo	30
3.5.2.1 Desengace	30
3.5.2.2 Esmagamento	31
3.5.2.3 Prensagem	31
3.5.3 Decantação	32
3.5.3.1 Sulfitação	32
3.5.4 Prevenção dos efeitos da oxidação	33
3.5.5 Condução da fermentação	34
3.5.6 Término da fermentação do vinho seco	35
4 MATERIAL E MÉTODOS	37
4.1 Local do experimento e delineamento experimental	37
4.2 Avaliação do estado hídrico da planta	38
4.3 Medição das trocas gasosas	39
4.4 Produção e composição da uva	39
4.5 Elaboração dos Vinhos	40
4.6 Análises químicas realizadas nos vinhos	41
4.7 Análises sensoriais	41
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
5.1 Respostas ecofisiológicas da videira Chenin Blanc ao manejo de irrigação com restrição hídrica	42
5.2 Efeito do manejo da irrigação com restrição hídrica sobre a produção e composição da uva e do vinho Chenin Blanc	51
6 CONCLUSÕES	55
7 PERSPECTIVAS	56
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	57

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 1	Precipitação média mensal (mm) dos anos de 1992 a 2006, dados coletados da Estação Agrometeorológica de Bebedouro (Petrolina-PE 09°09'S 40°22'W), Embrapa Semi-Árido-PE..... 04
FIGURA 2	Média das temperaturas mensais mínima, média e máxima em °C dos anos de 1992 a 2006, dados coletados da Estação Agrometeorológica de Bebedouro (Petrolina-PE 09°09'S 40°22'W), Embrapa Semi-Árido-PE..... 05
FIGURA 3	Umidade média mensal (%) dos anos de 1992 a 2006, dados coletados da Estação Agrometeorológica de Bebedouro (Petrolina-PE 09°09'S 40°22'W), Embrapa Semi-Árido-PE..... 05
FIGURA 4	Evaporação média mensal (mm/dia) dos anos de 1992 a 2006, dados coletados da Estação Agrometeorológica de Bebedouro (Petrolina-PE 09°09'S 40°22'W), Embrapa Semi-Árido-PE..... 06
FIGURA 5	Radiação média mensal (ly/dia) dos anos de 1992 a 2006, dados coletados da Estação Agrometeorológica de Bebedouro (Petrolina-PE 09°09'S 40°22'W), Embrapa Semi-Árido-PE..... 06
FIGURA 6	Efeito do manejo de irrigação com restrição hídrica sobre o potencial hídrico de base (Ψ_b), medido de madrugada antes do nascer do sol, na cultivar Chenin Blanc, em Petrolina – PE 2006. Médias seguidas de

	mesmo algarismo não diferem entre si significativamente ($p < 0,05$).....	43
FIGURA 7	Efeito do manejo de irrigação com restrição hídrica sobre o potencial hídrico do caule (Ψ_t), medida ao meio-dia, na cultivar Chenin Blanc, em Petrolina – PE 2006. Médias seguidas de mesmo algarismo não diferem entre si significativamente ($p < 0,05$).....	43
FIGURA 8	Evolução diurna da variação fotossinteticamente ativa (PAR), da fotossíntese (A), da condutância (gs) e da transpiração (E) da cv. Chenin Blanc submetidas ao manejo de irrigação com restrição hídrica, durante o crescimento das bagas (71 DAP). Médias seguidas de mesmo algarismo não diferem entre si significativamente ($p < 0,05$).....	46
FIGURA 9	Evolução diurna da variação fotossinteticamente ativa (PAR), da fotossíntese (A), da condutância (gs) e da transpiração (E) da cv. Chenin Blanc submetidas ao manejo de irrigação com restrição hídrica, durante o crescimento das bagas (85 DAP). Médias seguidas de mesmo algarismo não diferem entre si significativamente ($p < 0,05$).....	48
FIGURA 10	Evolução diurna da variação fotossinteticamente ativa (PAR), da fotossíntese (A), da condutância (gs) e da transpiração (E) da cv. Chenin Blanc submetidas ao manejo de irrigação com restrição hídrica, durante a maturação das bagas (99 DAP). Médias seguidas de mesmo algarismo não diferem entre si significativamente ($p < 0,05$).....	50

FIGURA 11	Resultados obtidos a partir das análises sensoriais dos vinhos, realizadas pelo Grupo de Avaliação Sensorial da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves-RS, quanto aos atributos visuais, olfativos e gustativos, obtidos em função de uma ficha de degustação paramétrica, com escalas de 1 a 5.....	54
-----------	--	----

LISTA DE TABELAS

		Página
TABELA 1	Valores referentes aos potenciais hídricos.....	25
TABELA 2	Estratégia de déficit hídrico segundo o tipo de vinho.....	25
TABELA 3	Quantidade de dióxido de enxofre ou anidrido sulfuroso (SO ₂) recomendada para ser adicionada ao mosto antes do processo de vinificação (brancos).....	33
TABELA 4	Efeito do manejo de irrigação com restrição hídrica sobre o número de cachos por planta, o peso de cacho por planta, a produção por planta e a produção por ha.....	52
TABELA 5	Efeito do manejo de irrigação com restrição hídrica sobre variáveis físicas e químicas da uva um dia antes da colheita (118 DAP).....	52
TABELA 6	Resultados analíticos dos vinhos experimentais de Chenin Blanc, em função dos tratamentos de déficits irrigação, com relação às análises físico-químicas.....	53

RESUMO

COSTA, André Luis Chaves. **Manejo da irrigação com restrição hídrica sobre a fisiologia, produção e qualidade da uva e do vinho da cultivar *Chenin Blanc* no Vale do São Francisco**. 2009. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.¹

O manejo da irrigação em videiras para a produção de uvas e vinhos é fundamental nas condições do Nordeste brasileiro, região caracterizada por uma estação seca prolongada e bem definida, localizada entre os paralelos 8-9° de latitude sul. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação sobre a qualidade de uvas e as características analíticas e sensoriais dos vinhos experimentais elaborados. Utilizou-se um vinhedo de *Chenin Blanc*, com dois anos de idade, implantado em sistema de condução tipo latada, porta-enxerto IAC-572 (*Vitis caribaea* x 101-14 Mgt), espaçamento de 3,0 x 1,0 m, irrigação por gotejamento, em um solo arenoso, no município de Lagoa Grande, PE-Brasil. Foram testados quatro tratamentos com déficit hídrico T1 – 75% ETc, T2 – 50% ETc, T3 – 50/75% ETc (misto) e T4 – irrigação convencional da propriedade (37% ETc). A diferenciação da irrigação teve início aos 45 dias após a poda – DAP e se estendeu até a colheita. As características avaliadas nas videiras foram potencial hídrico de base (Ψ_b), potencial hídrico do caule (Ψ_t), fotossíntese, condutância, transpiração, número de cachos por planta, peso médio de cacho e produtividade; nas uvas foram pH, acidez total titulável e sólidos solúveis totais (°Brix); nos vinhos foram determinados teor de álcool, pH, acidez total, acidez volátil, açúcares redutores e as análises sensoriais. Neste estudo, o Ψ_t foi mais eficaz em avaliar o estresse hídrico nas videiras pelas diferenças significativas entre os tratamentos. O tratamento convencional da fazenda (37% ETc) proporcionou a obtenção de uvas com maior concentração de açúcares e menor acidez, vinhos com maior teor de álcool e pH, melhor intensidade da cor, intensidade e qualidade aromática, estrutura, harmonia e persistência, quando comparado aos outros tratamentos. Os resultados deste estudo demonstraram que a adoção de um manejo com déficit hídrico permite obter vinhos com melhor qualidade, o que pode ser útil para as Empresas, em função da relação custo de produção/qualidade do produto/preço de venda no mercado, conseguindo-se maior rentabilidade e valor agregado.

¹ Comitê Orientador: Luiz Carlos de Oliveira Lima - UFLA (Orientador); Giuliano Elias Pereira – EMBRAPA

ABSTRACT

COSTA, André Luis Chaves. **Scheduling of deficit irrigation and its influence on physiology, production and grape and wine quality of *Chenin Blanc* in São Francisco Valley.** 2009. 70p. Dissertation (Master in Food Science) – Universidade Federal de Lavras.¹

Water scheduling in grapevines cultivated in the semiarid region of Northeast Brazil, located between parallels 8 and 9° of South Hemisphere, is vital because the occurrence of a dry season. The present work has the objective to evaluate the effects of different irrigation levels on grape quality and analytical and sensory characteristics of experimental tropical wines. It was used a vineyard of *Chenin Blanc*, two years old, conducted in a pergola trellis system, grafted on IAC-572 (*Vitis caribaea* x 101-14 Mgt), planted in 3,0 x 1,0 m grid spacing, and irrigated by drip in a sandy soil, in Lagoa Grande município, Pernambuco State, Brazil. It was analyzed four treatments with different water status, based on crop evapotranspiration (ETc): T1– 75% ETc, T2 – 50% ETc, T3 – 50/75% ETc (mix) e T4 –irrigation scheduling adopted by farmer (37% ETc). Irrigation differentiation began 45 days after pruning (DAP) until harvesting time. Characteristics evaluated in grapevines were base water potential (Ψ_b), stem water potential (Ψ_t), photosynthesis, conductance, transpiration, number of clusters by plant, cluster weight and production. In the grapes it was analyzed pH, total titratable acidity, and total soluble solids (°Brix). In the wines, it was analyzed alcohol, pH, total acidity, volatile acidity, reducer sugars and sensory characteristics. Results obtained presented that Ψ_t was most efficient to evaluate vine water stress according to the treatments. The farmer treatment (37% ETc) produced grape with higher concentration of sugars and lower acidity, wines with higher alcohol and pH levels, best color intensity, intensity and quality flavors, structured, body, equilibrate and higher persistence, as compared with other treatments. Results showed that water scheduling with water deficit supply allows to obtain high quality wines, that could be useful to the wineries, adjusting it to production costs/wine quality/sell price relation, with more aggregate value and best profitability.

¹ Orientation Committee: Luiz Carlos de Oliveira Lima - UFPA (Advisor); Giuliano Elias Pereira – EMBRAPA

1 INTRODUÇÃO

O Vale do Submédio do São Francisco é a segunda região produtora de vinhos finos do Brasil, sendo responsável por 15% da produção nacional, com oito milhões de litros por ano. Atualmente, o Vale do São Francisco possui aproximadamente 800 ha de uvas para vinhos finos e conta com sete empresas vinícolas instaladas, localizadas nos municípios de Lagoa Grande e Santa Maria da Boa Vista, em Pernambuco, e Casa Nova, na Bahia (Pereira et al., 2008b). Na região produz-se entre duas e três safras/ano. A qualidade das uvas e dos vinhos depende da época de produção no ano, apresentando variabilidade climática intra-anual. Além destas características, a elaboração de vinhos de qualidade em novas regiões requer estudos agronômicos e enológicos sobre a adaptação de novas cultivares, possibilitando a obtenção de vinhos equilibrados, que sirvam como novas opções para os vitivicultores, apresentem tipicidade regional e tenham estabilidade para se conservarem por meses ou anos. Assim, a elaboração de vinhos de qualidade necessita de estudo aprofundado de diversas variáveis agronômicas e enológicas, visando à obtenção de produtos com estrutura química que lhes confira equilíbrio organoléptico e resistência à degradação oxidativa. A instabilidade química é comum em vinhos produzidos em regiões de clima tropical, sendo necessário obter uvas com composição química equilibrada, proporcionando a elaboração de vinhos de qualidade e que tenham certa longevidade. Essa composição química mais equilibrada pode ser alcançada com o manejo de irrigação e, por sua vez, o controle da lâmina de irrigação é de fundamental importância para a região do Vale do Sub-Médio São Francisco.

Alguns trabalhos, feitos em regiões de clima temperado, de avaliação da composição do mosto de uvas de videiras sujeitas a um suplemento de água

acima do necessário, indicam um decréscimo no teor de açúcares, maiores valores de ácidos orgânicos e ainda um menor teor em pigmentos antociânicos (Leeuwin & Seguin, 1994), características indesejáveis no mosto. Por outro lado, Guilloux (1981) faz referência a situações de estresse hídrico que, associadas a elevadas temperaturas, influenciam de forma marcante a síntese de substâncias fenólicas devido a uma forte redução da atividade fotossintética.

Dessa forma é necessário conhecer o estado hídrico e o comportamento fisiológico da videira em função da quantidade de água administrada ao cultivo, pois a água é o coração de tudo, é o que permite a produção de uvas e frutas no Nordeste. Entre os métodos de avaliação do estado hídrico da videira, a técnica da câmara de pressão é a mais confiável (Scholander et al., 1965). Consiste em estimar, mediante a utilização de um gás inerte e aplicando a pressão sobre uma folha, a capacidade das células em reter a água. Quanto menos água livre houver na planta, mais forte será a pressão para fazê-la sair.

Os métodos de referências atuais são a medida do potencial hídrico foliar de base (Ψ_b), que se toma antes da saída do sol, quando os estômatos das folhas ainda estão fechados e as plantas já estão em equilíbrio hídrico com relação à água do solo (Katerji & Hallaire, 1984; Zyl, 1987; Carbonneau & Ollat, 1991) e o potencial hídrico do caule (Ψ_t), que se toma ao meio-dia, com as folhas envoltas por um papel laminado e ensacadas. O estado de estresse hídrico é detectado mais cedo, através do potencial hídrico do caule ao meio-dia, do que pelo potencial hídrico de base (Selles & Berger, 1990).

2 OBJETIVO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação sobre a qualidade de uvas e as características analíticas e sensoriais dos vinhos experimentais elaborados.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 A Região do Submédio São Francisco

Abrangência: A Bacia do rio São Francisco nasce na Serra da Canastra (MG) e sua foz é no Oceano Atlântico entre os Estados de Sergipe e Alagoas, com um comprimento de 2700 km, e uma área de 649.000 Km². Abrange sete Estados - Bahia (48,2%), Minas Gerais (36,8%), Pernambuco (10,9%), Alagoas (2,2%), Sergipe (1,2%), Goiás (0,5%), e Distrito Federal (0,2%). A Bacia do Submédio São Francisco, localizada nas áreas dos Estados da Bahia e Pernambuco, estende-se de Remanso até a cidade de Paulo Afonso (BA), incluindo as sub-bacias dos rios Pajeú, Tourão e Vargem, além da sub-bacia do rio Moxotó, último afluente da margem esquerda (Codevasf, 2009).

A altitude da região varia de 200 a 800 m e a topografia se caracteriza por ser ondulada, com vales muito abertos, devido à menor resistência à erosão dos xistos e outras rochas de baixo grau de metamorfismo, onde sobressaem formas abauladas esculpidas em rochas graníticas, gnáissicas e outros tipos de alto metamorfismo (Codevasf, 2009).

A vegetação predominante é a caatinga em quase toda a área, e o clima com precipitação média anual de 510 mm na região de Juazeiro-BA/Petrolina-

PE (Figura 1) e a máxima é de 800 mm, nas serras divisórias com o Ceará. As temperaturas médias anuais mínimas, médias e máximas são respectivamente 21 °C, 26 °C e 33 °C (Figura 2); a umidade relativa média anual na região de Juazeiro-BA/Petrolina-PE é de 67% (Figura 3); a evaporação média é da ordem de 7,3 mm por dia, totalizando uma evaporação média anual de 2700 mm (Figura 4); a radiação média anual é de 422 ly/dia (Figura 5) e o clima é tipicamente semi-árido.

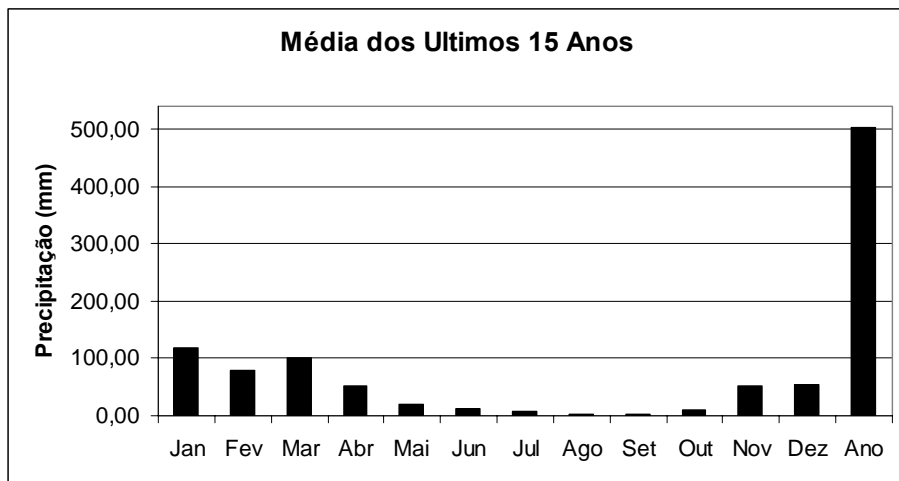


FIGURA 1 Precipitação média mensal (mm) dos anos de 1992 a 2006, dados coletados da Estação Agrometeorológica de Bebedouro (Petrolina-PE 09°09'S 40°22'W), Embrapa Semi-Árido Petrolina-PE.

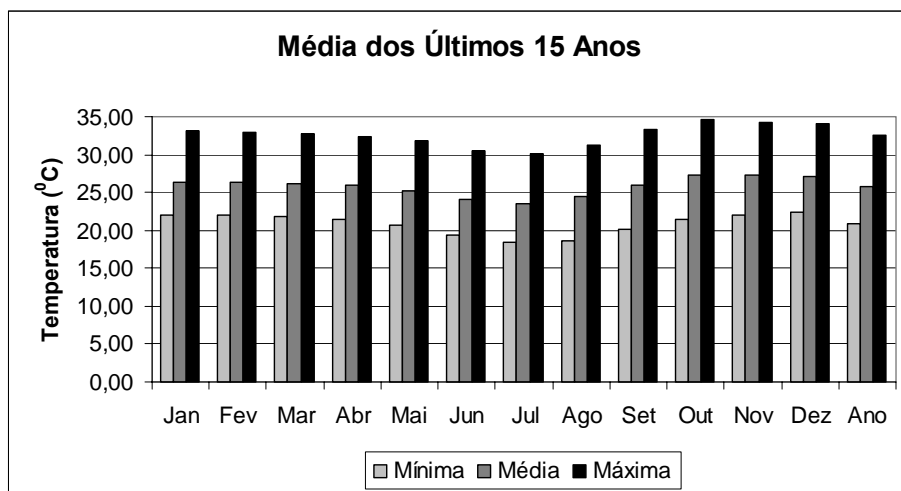


FIGURA 2 Média das temperaturas mensais mínima, média e máxima em °C dos anos de 1992 a 2006, dados coletados da Estação Agrometeorológica de Bebedouro (Petrolina-PE 09°09'S 40°22'W), Embrapa Semi-Árido Petrolina-PE

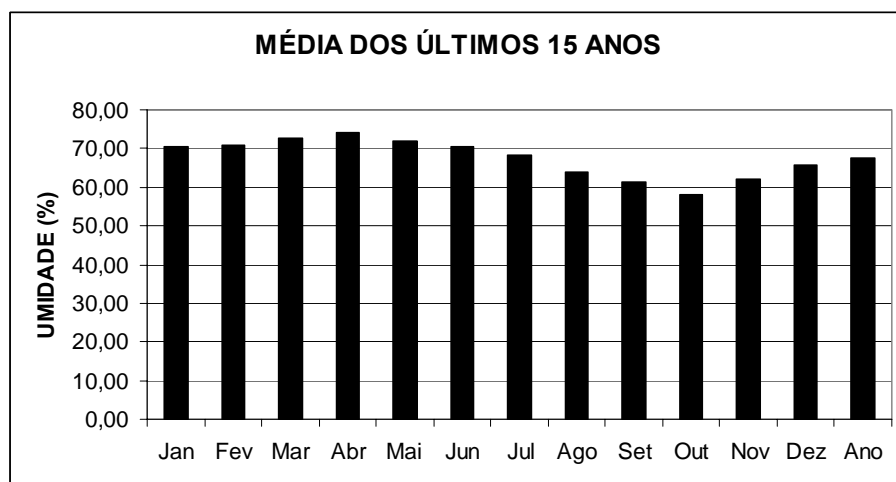


FIGURA 3 Umidade média mensal (%) dos anos de 1992 a 2006, dados coletados da Estação Agrometeorológica de Bebedouro (Petrolina-PE 09°09'S 40°22'W), Embrapa Semi-Árido Petrolina-PE.

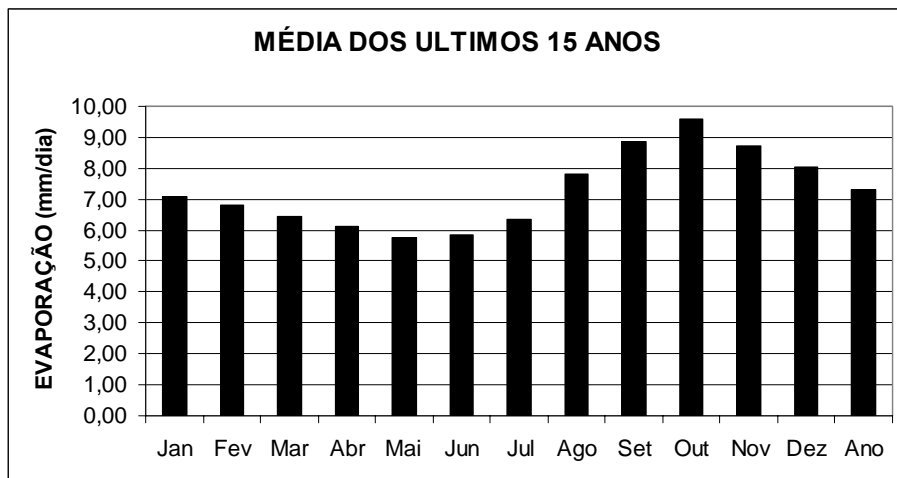


FIGURA 4 Evaporação média mensal (mm/dia) dos anos de 1992 a 2006, dados coletados da Estação Agrometeorológica de Bebedouro (Petrolina-PE 09°09'S 40°22'W), Embrapa Semi-Árido Petrolina-PE.

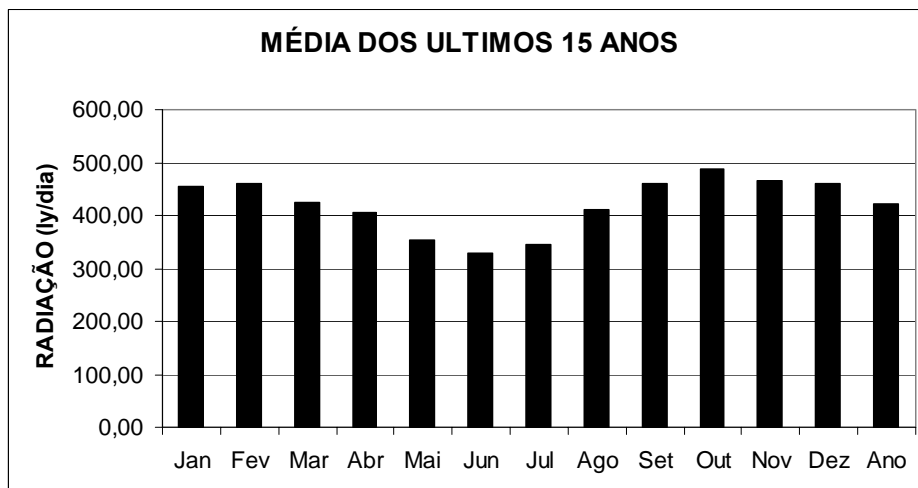


FIGURA 5 Radiação média mensal (ly/dia) dos anos de 1992 a 2006, dados coletados da Estação Agrometeorológica de Bebedouro (Petrolina-PE 09°09'S 40°22'W), Embrapa Semi-Árido Petrolina-PE.

A viticultura se adaptou muito bem às condições tropicais do Nordeste brasileiro. Desde os anos 60, o cultivo de uvas para o consumo *in natura* tornou-se uma atividade econômica importante, tendo sido introduzidas na região do Vale do Submédio São Francisco cultivares viníferas com sementes, como Itália, Red Globe, Rubi e Benitaka. O cultivo de videiras viníferas destinadas à produção de uvas para a elaboração de vinhos iniciou-se mais tarde, em meados da década de 80, quando foram introduzidas na região as cultivares Syrah e Cabernet Sauvignon (tintas) e Chenin blanc (branca), trazidas do Rio Grande do Sul. A partir de 1986, foram comercializados os primeiros vinhos elaborados no Vale, no município de Santa Maria da Boa Vista-PE (Pereira et al., 2008b).

A produção de uvas destinadas à elaboração dos vinhos na região do Submédio do Vale do São Francisco tem uma peculiaridade de que a planta da videira pode produzir entre duas-três safras/ano, dependendo do ciclo de produção de cada cultivar, apresentando diferentes características analíticas para as uvas e os vinhos (Pereira et al., 2008a). Normalmente, os vitivinicultores da região colhem uvas e elaboram vinhos entre os meses de maio e dezembro, escalonando-se os lotes e as parcelas. Desta forma, é possível reduzir os investimentos, pois se elabora grandes volumes de vinho com infra-estrutura menor do que aquela utilizada em regiões temperadas, onde a colheita das uvas concentra-se em dois-três meses do ano (entre agosto-outubro, no hemisfério norte, e entre fevereiro-abril, no hemisfério sul) (Pereira et al., 2008b).

Atualmente, a área implantada com uvas para vinhos é de cerca de 800 ha, com uma produção anual de aproximadamente 8 milhões de litros, o que corresponde à segunda região do Brasil, com 15 % da produção nacional de vinhos finos, atrás apenas do Rio Grande do Sul (Pereira et al., 2008b).

3.2 Variedade e Porta-Enxerto

3.2.1 Variedade: Chenin Blanc

Origem e histórico: Esta variedade é originária do Vale do Loire, possivelmente de Anjou, de onde ela se disseminou para outras regiões produtoras entre os séculos VI e XIX. Ela é citada desde o ano 845, quando o Rei Charles, o Careca, deu suas videiras de Chenin a Abadia de Saint-Mur. Pode-se encontrar também o nome de Chenin dentro da obra “Gargantua” de Rebelais (1534) (INRA).

A variedade Chenin Blanc possui inúmeros sinônimos, como Plant d'Anjou (Touraine), Pineau (ou Pinot) de la Loire (Val do Loire, Canadá e Argentine), além de Steen e Vaalblau (África do Sul), Pinot blanco (América do Sul) e Albillo (Austrália).

Na França, a Chenin blanc é cultivada no Vale do Loire, nas Denominações de Origem Controlada – DOC de Anjou, Touraine e localidades vizinhas. Nota-se mesmo assim sua presença em Aude (Limoux), Gard, Hérault, Corse, porém em menores proporções (Inland Northwest Research Alliance - INRA, 2008).

No mundo, esta variedade foi largamente difundida, sendo encontrada na África do Sul, Califórnia-EUA, Argentina, Chile, México, Austrália, Nova Zelândia, Brasil e Uruguai (INRA, 2008).

No Brasil, especificamente no Vale do Submédio São Francisco, existem diferentes variedades, cujas adaptações dependem da genética e das condições de clima e solo do local (Reynier, 2003). A variedade Chenin Blanc se adaptou muito bem a essas condições.

A partir da uva Chenin Blanc, é possível elaborar grandes vinhos brancos secos, licorosos e espumantes, principalmente varietais (no mínimo 75% de uma variedade) (INRA, 2008). Os vinhos obtidos apresentam aromas

florais, de mel ou frutados e conservam uma boa acidez, que traz uma vivacidade e uma boa possibilidade de guarda (INRA, 2008).

Esta uva apresenta uma variabilidade genética importante, tendo sido confirmados oito clones, dos quais dois são atualmente multiplicados de maneira significativa, nº 220 e nº 624. Os outros clones disponíveis são 0278, 0416, 0417, 0880, 0982 e clone nº 1018 (INRA, 2008).

3.2.2 Porta-Enxerto: Jales (IAC- 572)

O porta-enxerto IAC-572 é originário do cruzamento da espécie de videira tropical *Vitis caribaea* e a variedade de porta-enxerto *Riparia x Rupestris* 101-14, realizado no Instituto Agronômico de Campinas, por Santos Neto, em 1955. As principais características desse porta-enxerto são o seu vigor elevado, tanto nos solos arenosos como argilosos, sua perfeita adaptação às condições ambientais do Vale do Submédio São Francisco, folhas com boa resistência às doenças fúngicas e facilidade no enraizamento. No Vale do Submédio São Francisco, este porta-enxerto apresenta boa afinidade com as cultivares de uvas de mesa com semente, tais como Itália, Red Globe e Benitaka, sendo, também, bastante utilizado como porta-enxerto para cultivares de uvas de vinho (Leão, 2009).

A utilização da enxertia na viticultura se deve principalmente pela introdução acidental e contaminação dos vinhedos europeus por um inseto natural da região do Mississipi, nos Estados Unidos, conhecido como filoxera (*Daktulosphaira vitifoliae*), que obrigou o uso de espécies selvagens de videiras americanas resistentes (*Vitis riparia*, *Vitis rupestris*, etc.) como porta-enxertos para o cultivo da videira, por serem tolerantes ao pulgão (Leão, 2009).

A escolha do porta-enxerto a ser utilizado vai depender da finalidade da produção. Para a produção de uvas destinadas ao consumo *in natura*, onde se busca altos rendimentos, o porta-enxerto ideal deve reunir características como

vigor, resistência a pragas e doenças, sobretudo, a nematóide, que estão presentes nos solos arenosos desta região. Para a produção de uvas destinadas à vinificação, a produção vai depender do tipo de vinho que se deseja elaborar, entre vinhos jovens, podendo ser usados porta-enxertos de alto vigor, e vinhos de guarda, onde a produção deve ser restringida, para que ocorra maior concentração de metabólitos essenciais à qualidade dos vinhos. A compatibilidade entre porta-enxerto/variedade é fundamental para a escolha do material a ser usado. Além disso, o porta-enxerto deve enraizar e cicatrizar facilmente na enxertia, resistir às condições adversas de solo, tais como solos com problemas de salinidade e alcalinidade (Leão, 2009).

Diferentes porta-enxertos são utilizados em videiras destinadas à produção de uvas para a vinificação no Vale do Submédio do São Francisco. Nos anos 80 e 90, as plantas eram enxertadas sobre IAC-572 e IAC-313, porta-enxertos de alto vigor vegetativo, devido às tecnologias similares adotadas para as uvas de mesa. Há cerca de quatro anos estão sendo realizadas avaliações de experimentos implantados pela Embrapa e Empresas parceiras na região, para avaliar as respostas das videiras em função de diferentes porta-enxertos, como 420-A, SO4, IAC-766 (Pereira et al., 2007) e Paulsen 1103 e R110.

3.3 Fisiologia da Videira

3.3.1 Indicadores de estresse em relação ao estado hídrico em videira

Numerosos estudos científicos têm sido realizados para determinar o impacto da deficiência hídrica sobre plantas: usos e medidas diferentes, como potencial hídrico, o potencial do caule ao meio-dia, temperatura foliar, transpiração e contração do tronco. Assim, o uso do potencial hídrico de base, do potencial hídrico do caule ao meio-dia e o acúmulo da transpiração permitem uma detecção mais confiável do estresse hídrico sobre o potencial hídrico das plantas (Remorini & Massai, 2003). O estresse hídrico é detectado

mais cedo, através do potencial hídrico do caule ao meio-dia, que pelo potencial hídrico de base (Selles & Berger, 1990), da contração do tronco (Goldhamer et al., 2000b; Naor & Cohen, 2003) e da transpiração (Naor & Cohen, 2003). No entanto, em outros estudos, o estresse hídrico é detectado anteriormente através das medidas morfométricas da contração do tronco, em relação aos potenciais hídricos do caule (Intrigliolo & Castel, 2004), foliar de base e foliar ao meio-dia (Goldhamer et al., 1999). Muitos autores concordam que as medições do potencial hídrico parecem ser o melhor indicador para avaliar a intensidade de estresse hídrico em videira (Girona et al., 1993; Goldhamer & Viveros, 2000a; Ruiz-Sánchez et al., 2000; Williams & Araujo, 2002; Cifre et al., 2005; Shellie, 2006; Girona et al., 2006).

3.3.2 Efeito da deficiência hídrica sobre o comportamento fisiológico

3.3.2.1 Efeito da deficiência hídrica sobre a resposta agrônômica

Relações lineares crescentes são observadas entre a produção e o consumo de água (Freeman & Kliewer, 1983; Jackson & Lombard, 1993). No entanto, essas relações são por vezes conflitantes com os tamanhos de bagas e com a concentração de açúcar na fase de maturação das uvas. O período de máxima sensibilidade à seca corresponde ao decorrido entre a floração e o pintor, especialmente durante a fase de frutificação e de multiplicação celular quando os frutos estão verdes. Essa fase representa um período de grande importância do ponto de vista da maturação fisiológica e tecnológica das uvas. Durante a fase de floração, o número de flores formadas por cacho é consideravelmente afetada se houver um déficit hídrico severo nesse período (Petrie et al., 2004).

A maioria dos estudos atribui a disponibilidade de água a uma ação determinante sobre a produção de uvas, influenciando o tamanho da superfície da planta, caracterizada pelo índice de área foliar (IAF, relação da superfície

foliar com a superfície projetada no solo) (Lebon et al., 2006), o tempo de exploração da superfície foliar (Shultz & Matthews, 1993) e, finalmente, a taxa de assimilação de carbono das folhas, intimamente associada à capacidade fotossintética (Alleweldt & Rühl, 1982; Patakas & Noitsakis, 2001).

3.3.2.2 Efeito do estresse hídrico sobre a superfície foliar

O crescimento vegetativo das cultivares de videiras sob condições de limitação hídrica é fortemente afetado (Chaves et al., 2002; Ferreyra et al., 2004; Lebon et al., 2006). Observa-se, principalmente, uma diminuição no tamanho e na área foliar (Parry et al., 2005; Lebon et al., 2006). Essa redução na área foliar pode ser resultado de uma diminuição da expansão foliar e/ou de uma maior senescência das folhas. O déficit hídrico afeta fortemente o crescimento das folhas, em potenciais hídricos foliares de -0,4 MPa (Kramer & Boyer, 1995). No aspecto celular, dois fatores são determinantes do crescimento: a extensibilidade da parede e a turgescência. A extensibilidade da parede da célula não depende apenas de suas propriedades elásticas, mas também de eventos bioquímicos envolvidos no processo de relaxamento da mesma; esses são muitas vezes reduzidos durante o déficit hídrico (Matthews & Boyer, 1984; Cosgrove, 1993). Existe um limiar de turgescência celular condicionado pela extensibilidade da parede, ocorrendo redução da expansão celular, e pelo estresse hídrico severo, ocasionando a perda da turgidez, podendo levar à senescência das folhas. Assim, as plantas submetidas ao déficit hídrico são geralmente levadas a uma senescência foliar acelerada (Lebon et al., 2006), e essa elevada perda de água pode levar à morte celular do tecido. A redução de área foliar em condições de seca diminui a evaporação de superfície vegetal e limita severamente a produção primária.

3.3.2.3 Efeito do déficit hídrico sobre a atividade fotossintética

Durante um déficit hídrico, a atividade fisiológica das folhas, especialmente a fotossíntese e a condutância estomática são afetadas (Lowlor, 2002; Lowlor & Cornic, 2002). A redução da fotossíntese, devido à diminuição do potencial hídrico da folha, está relacionada com o fechamento dos estômatos, resultando em uma diminuição da difusão de CO₂ e de limitações bioquímicas do cloroplasto (Tardieu & Simoneau, 1998; Escalona et al., 1999; Flexas & Medrano, 2002.), provavelmente associado com a limitação da geração da Ribulose bifosfato – RuBP, substrato do ciclo de Calvin. A variedade Sangiovese mostrou uma redução de 35% da atividade fotossintética, devido à diminuição do potencial hídrico de -1,0 MPa a -1,5 MPa (Conde et al., 2007).

Uma das primeiras respostas à deficiência hídrica é a redução na condutância estomática (gs). O controle da regulação estomática está relacionado com a turgidez celular, mas também com os mensageiros da raiz, como o ácido abscísico (ABA) (Davis et al., 1994; Sauter et al., 2001). Geralmente, em um período de seca, o déficit hídrico na planta é observado primeiro do que um déficit hídrico do solo (Kramer & Boyer, 1995). Mesmo para plantas bem supridas de água, a diminuição do potencial hídrico na folha ao meio-dia é muitas vezes observada quando o dia está quente e ensolarado; nessas condições as folhas apresentam um murchamento. Em tal situação, a redução do potencial hídrico na folha pode levar a um aumento da sensibilidade dos estômatos ao ABA (Tardieu et al., 1993; Sauter et al., 2001). O turgor celular pode atuar de forma direta ou indireta no cloroplasto: diretamente através da manutenção do volume do cloroplasto (Gupta & Berkowitz, 1987) e, indiretamente, através do seu efeito sobre a abertura dos estômatos, que controla a quantidade de CO₂, condicionando a utilização da energia fotoquímica (ATP, NADPH) nos cloroplastos. A não utilização desta

energia pode induzir ou acentuar fenômenos de foto-inibição. Esses resultam na diminuição do potencial fotoquímico, associado aos mecanismos de ativação da dissipação de energia e/ou da destruição efetiva do fotossistema II (PSIIs).

3.3.3 Efeito do déficit hídrico sobre o funcionamento da Videira

A maioria das plantas perenes submetidas a déficit hídrico apresenta uma diminuição do crescimento dos ramos e das folhas (Mpelasoka et al., 2001), assim como uma diminuição da produção dos frutos (González-Altozano & Castel, 1999). No caso das videiras, o crescimento dos ramos também é afetado pelo déficit hídrico (Smart & Coombe, 1983), geralmente resultando em um crescimento mais lento dos ramos e uma redução da área foliar (Koundouras et al., 1999). Este fenômeno também ocorre, mesmo sendo parcial o déficit hídrico, no sistema radicular (Dry & Loveys, 1999). A produção das videiras e o tamanho de bagas são reduzidos pela ocorrência de um déficit hídrico (Ginestar et al., 1998). No entanto, de acordo com McCarthy (2000), o tamanho de bagas é mais afetado se o déficit hídrico ocorre imediatamente após a floração, não sendo afetado se ocorrer após o pintor. A consequência do déficit hídrico após a floração é a menor velocidade da divisão celular (McCarthy, 1997).

Greenspan et al. (1996) também mostraram que as variações no diâmetro de bagas sujeitas a estresse de hídrico foram maiores quando aplicado antes do pintor do que após o pintor. O fornecimento de água na videira é um fator importante para composição e qualidade das uvas. Um déficit hídrico moderado está associado a uma diminuição da condutância estomática levando a uma melhor composição de uvas (Koundouras et al., 1999). Por outro lado, um suprimento adequado leva a um melhor funcionamento fisiológico da videira. Assim, aumenta o crescimento vegetativo em detrimento do acúmulo

de assimilados nas uvas. Em solos argilosos, caracterizados por sua elevada capacidade de disponibilidade de água útil, a maturação da uva é mais demorada, ocasionando concentrações mais elevadas de ácidos orgânicos. Por outro lado, em solos muito permeáveis, a maturação das uvas é mais acelerada e sua acidez é mais baixa (Peynaud, 1984).

3.3.3.1 Fotossíntese e transpiração em situação de déficit hídrico

O Controle estomático e a redução da área foliar são necessários para manter a hidratação das plantas, resultando assim em uma diminuição da fotossíntese. O sistema reprodutivo é afetado de forma irreversível. Portanto, em termos de otimização entre os processos, o melhor seria a criação de um sistema de gestão de irrigação. Em termos genéticos, não podemos promover a proteção da planta, levando a uma estratégia "conservadora" (sem irrigação), o que levaria a uma redução da superfície foliar e do rendimento, e nem manter o potencial hídrico da planta otimizado, o que leva à estratégia oposta.

a) O dióxido de carbono (CO_2) entra para a fotossíntese através dos estômatos das folhas que também controlam a transpiração. O fechamento dos estômatos mantém a hidratação na folha, reduzindo assim a fotossíntese, e, conseqüentemente, a produção (Lowlor, 2002; Farineau & Morot-Gaudry, 2006). Quando da ocorrência de déficit hídrico, uma discussão existe há vários anos entre o controle dos estômatos e a bioquímica em relação à redução da fotossíntese. Em vários estudos com déficits hídricos na agricultura, a parte estomática é provavelmente a mais importante (Cornic et al., 2002). Uma conseqüência é que a fotossíntese está intrinsecamente ligada à transpiração, e não há nenhuma maneira conhecida de contornar essa troca “água por carbono”, que é a principal limitação da “tolerância à seca”; não é possível manter a produtividade sem um nível de transpiração elevada (Chaves et al., 2002). A diminuição da fotossíntese tem implicações no metabolismo do

carbono e no movimento de certas enzimas assimiladoras, que são reguladas em resposta ao déficit hídrico (Kim et al., 2000).

b) A relação fotossíntese-transpiração: a eficiência da água varia de acordo com condições do ambiente e do genótipo. Farquhar et al. (1982) mostraram uma possível utilização do isótopo pesado de carbono (^{13}C) em relação ao seu isótopo leve (^{12}C) para avaliar diretamente a eficiência da água, que pode ser medido facilmente com um espectrômetro de massa (Gaudillière et al., 2002).

- Existem diferenças significativas entre as espécies de um determinado clima, com uma eficiência máxima em algumas espécies com alto metabolismo como as plantas C4 (milho, sorgo) e as variações genéticas dentro de cada espécie (Condon et al., 2004).

- Para um dado genótipo, a eficiência da água é menor quando a demanda por evaporação é mais elevada, ou seja, a planta transpira mais. (Kiani et al., 2007).

3.3.3.2 Limitações do crescimento dos órgãos vegetais

A limitação do crescimento foliar é um mecanismo de adaptação que permite a redução da transpiração. As reduções no crescimento são uma das primeiras manifestações do déficit hídrico (Kramer & Boyer, 1995; Saab & Sharp, 2004). Elas ocorrem, diretamente através de uma redução na taxa de crescimento, ou indiretamente através da redução dos órgãos por planta:

- a redução da velocidade de crescimento foliar envolve vários mecanismos. A velocidade da divisão celular diminui (Granier et al., 2000), as paredes celulares que deveriam se deformar para permitir o crescimento celular se tornam mais rígidas (Cosgrove, 2005), e o turgor diminui (Bouchabke et al., 2006). Cada um desses fenômenos envolve várias famílias de genes cuja regulação ainda não é totalmente conhecida (Kiani et al., 2007). O sinal de

alterações no crescimento é muito complexo, principalmente porque muitos desses sinais identificados se sobrepõem e se interligam (especialmente aqueles do ácido abscísico, do etileno e dos açúcares) (Sharp, 2002; Leon & Sheen, 2003). Há, no entanto, um consenso de que a redução do crescimento não é consequência apenas da escassez de água nas células, que é controlada e programada pela planta, mas também pela participação de genes inibidores que se expressam antes do período de déficit hídrico. Daqui resulta que uma planta, reduzindo seu tamanho por ocasião de um déficit hídrico, não necessariamente tem estado sob estresse a nível celular; pode ser uma regulação mais precoce, ou seja, da atuação de genes inibidores.

- a arquitetura da planta é profundamente modificada. Um déficit hídrico, mesmo moderado, resulta, em muitas espécies. Numa modificação substancial na arquitetura da planta. Na videira, o número de ramos e o número de estruturas elementares do caule (phytomeres) são drasticamente reduzidos (Lecoeur et al., 1995; Lebon et al., 2004).

- o crescimento de muitos órgãos é afetado de forma desigual. Relativamente poucos estudos têm abordado os efeitos do déficit hídrico nos vários órgãos da planta. Existe ainda um consenso sobre o fato de que as raízes são os órgãos cujo crescimento é menos afetado do que a parte vegetativa e reprodutiva da planta (Soar & Loveys, 2007). A regulação de genes que afetam o crescimento é bastante diferente nas raízes quando comparada com as partes aéreas (Wu & Cosgrove, 2000).

3.4 Irrigação

O manejo de água no cultivo da videira destinada à elaboração de vinhos não deve ser realizado no sentido de maximizar a produtividade da uva, mas no sentido de se obter um equilíbrio entre o desenvolvimento vegetativo e o reprodutivo da planta, com a obtenção de produtividades rentáveis e que as

uvas apresentem alto potencial enológico e qualidades desejáveis à elaboração de vinhos finos (Soares, 2009).

Várias técnicas podem ser utilizadas para se controlar o desenvolvimento vegetativo da videira, tais como tipo de porta-enxerto, manejo da planta e de nutrientes, manejo de água, entre outras. Neste contexto, regimes de irrigação têm condicionado alterações substanciais na fisiologia da videira, afetando o seu desenvolvimento vegetativo, a sua produtividade e a composição dos frutos. Quando estes ocorrem na fase de crescimento da baga, podem reduzir sensivelmente o seu tamanho e, conseqüentemente, a sua produtividade e qualidade (Soares, 2009).

O manjo com déficit de irrigação é fundamental para a obtenção de uvas de qualidade, pelo fato de ocorrer a concentração de compostos metabólicos essenciais para o complexo cor, aromas e sabor dos vinhos, permitindo com que o vinho expresse uma tipicidade e uma identidade regional. Com isso, é determinante programar estratégias de irrigação que melhorem a qualidade das uvas e o seu rendimento (Gurovich & Vergara, 2005).

O controle do déficit hídrico se define como uma estratégia de irrigação que aporta uma menor quantidade de água em relação aos requeridos pela evapotranspiração total da cultura, durante alguns períodos, nas diferentes etapas fenológicas do desenvolvimento da planta (Gurovich & Páez, 2004).

O déficit de irrigação na videira pode controlar o crescimento das plantas, diminuindo o desenvolvimento reprodutivo, conseguindo assim uma melhor iluminação e melhores condições na região ao redor dos cachos, também conhecida como microclima, permitindo melhorar a qualidade da uva para a obtenção de vinhos de qualidade (Muñoz, 2002; Gurovich & Paez, 2004).

3.4.1 Efeito do excesso do déficit hídrico

A videira (*Vitis vinifera* L.) é uma das espécies melhor adaptada às condições de estresse hídrico, pois a manifestação fisiológica somente acontece quando a intensidade do estresse hídrico é muito elevada, devido a efeitos cumulativos do estresse hídrico sobre o desenvolvimento de folhas ou da baga, sendo uma adaptação fisiológica conhecida como ajustamento osmótico, que ocorre a nível celular (Cifre et al., 2005; Pataka & Noitsakis, 2001).

Williams et al. (1994) estudaram, em videiras, os efeitos da tensão da água no solo e na planta, associando esses efeitos com os fatores ambientais, determinando uma ampla gama de conhecimentos sobre o crescimento, o desenvolvimento e a fisiologia da videira, que dependem da etapa fenológica na qual ocorre o déficit hídrico.

Apesar da resistência da videira à falta de água, um déficit hídrico excessivo pode provocar efeitos muito negativos. Por exemplo, uma condição de estresse hídrico excessivo antes da brotação provoca uma brotação desuniforme e um crescimento reduzido dos ramos (Hardie & Considine, 1976). Condições similares ocorrendo entre a floração e a frutificação provocam limitações no desenvolvimento da flor, uma fecundação incompleta do ovário (Hardie & Considine, 1976; Ferreyra et al., 2002) e algumas deficiências de N, Mg, e Ca (Falcetti et al., 1995). Déficit hídrico intenso logo após a frutificação pode provocar a queda das bagas em desenvolvimento (Ferreyra et al., 2002), uma diminuição excessiva da área foliar e pode afetar a indução floral do ciclo seguinte.

Condições de déficit hídrico excessivo durante o crescimento do fruto provocam um menor número de células no tecido da polpa, das sementes e da cutícula, diminuindo o crescimento do fruto, o que causa grandes perdas na produção (Gurovich & Páez, 2004; Ojeda et al., 2002). No início do pintor o fruto é resistente à escassez de água, mas o crescimento vegetativo é reduzido

consideravelmente, diminuindo assim a capacidade fotossintética e afetando negativamente a qualidade das uvas (Wample & Smthyman, 2000).

Do pós-pintor à maturação, o déficit hídrico excessivo provoca o acúmulo de solutos (açúcares e compostos fenólicos), devido à restrição da taxa fotossintética líquida. Além disso, provoca uma desidratação gradativa da baga (Coombe & McCarthy, 2000). No repouso, o déficit hídrico excessivo provoca um avanço da lignificação das raízes e em casos extremos, provoca a desfolha prematura da planta, inibindo o crescimento radicular e afetando negativamente a translocação de reservas fotossintéticas em direção à base da planta (Wample & Smthyman, 2000).

3.4.2 Déficit hídrico controlado (DI)

O êxito da estratégia de irrigação com déficit hídrico é determinado pelos objetivos, como por exemplo, controlar o vigor vegetativo, diminuir o tamanho da baga, aumentar a concentração de antocianinas e flavonóis pelo aumento da relação casca/polpa, manter boas relações de ácidos / açúcares total e pH, sem afetar os rendimentos. Assim mesmo, o controle do déficit hídrico tem benefícios econômicos, como a redução dos custos de produção pelo menor uso de energia e água, menor número de trabalhadores na desfolha e na poda, redução na susceptibilidade a doenças fúngicas e menores perdas por lixiviação de fertilizantes. Os efeitos do controle do déficit hídrico estão determinados por dois fatores: 1) a oportunidade e 2) a intensidade do déficit hídrico, o que permitirá determinar uma estratégia ótima de acordo com os objetivos específicos desejados.

1) A oportunidade do DI:

Corresponde à etapa fenológica em que se aplica o déficit hídrico.

O período entre a brotação e a frutificação é muito sensível ao estresse hídrico, pois nessa fase fenológica ocorrem a polinização e a frutificação, visto que um forte estresse nessa época pode diminuir significativamente o rendimento, devido a uma menor porcentagem de pegamento dos frutos e possivelmente a um menor número de cachos (Hardie & Martín, 1990; Ferreyra et al., 2002). Além disso, a redução do tamanho da baga até o momento da colheita pode ser muito significativo (Becker & Zimmermann, 1984; Hardie & Considine, 1976).

Ojeda et al. (2002) indicam que a redução no tamanho e peso do fruto no momento da colheita foram proporcionalmente maior entre a brotação e a frutificação do que entre o pintor e a colheita, devido ao déficit hídrico durante esses períodos.

No que diz respeito às qualidades do fruto no momento da colheita, induzida por déficit hídrico entre brotação e frutificação, Hardie & Martin (1990) encontraram um aumento significativo do pH e diminuição da acidez titulável. Esse aumento significativo não é encontrado em outros estádios fenológicos quando em condição de estresse hídrico.

A fase entre a frutificação e o pintor é a época recomendada por diversos autores para estabelecer o déficit hídrico, pois o seu efeito não possibilita a recuperação do tamanho do fruto, mesmo quando a disponibilidade de água não é limitada do pintor à colheita (Hardie & Martín, 1990). Segundo Coombe & McCarthy, (2002), para alcançar o objetivo de controlar o crescimento vegetativo, o déficit hídrico deve limitar-se ao período após a frutificação.

Há ainda uma controvérsia sobre o efeito do déficit hídrico entre a frutificação e o pintor, com relação à divisão celular no pericarpo, que de acordo com Coombe & McCarthy, 2000; Hardie & Martin, 1990, o comportamento do tamanho de bagas diminui devido a um menor número de

células formadas. No entanto, Ojeda et al. (2001) indicaram que o estresse hídrico não diminuiu o número de células das bagas na variedade Syrah, pois a extração de DNA mostrou que esta quantidade não se alterou nos frutos controle, de modo que a diminuição do tamanho de bagas se deve exclusivamente à diminuição do volume celular do pericarpo. Estes resultados concordam com os obtidos por Gurovich & Paez (2004) na variedade Carmenere.

Quanto ao potencial de qualidade de mostos e vinhos, as concentrações de compostos fenólicos e antocianinas aumentaram consideravelmente com o estresse hídrico durante a fase de maturação das bagas (Ferreira et al., 2002), em comparação com outras fases fenológicas. Observa-se que o aumento destas concentrações está claramente relacionado com a intensidade do déficit hídrico, porém se este for excessivo, a síntese de polifenóis é significativamente reduzida, e a sua concentração aumenta devido à desidratação do fruto, e não devido à fotossíntese líquida.

Um estresse severo após o pintor reduz o acúmulo líquido de solutos na baga, pela diminuição na eficiência de translocação dos fotoassimilados devido a uma obstrução parcial dos tecidos do xilema do pedúnculo da baga (Becker & Zimmermann, 1984). Também é importante considerar a redução da taxa de fotossíntese líquida, devido ao fechamento parcial dos estômatos, associado ao aumento da taxa de respiração, devido ao aumento da temperatura interna da planta (Cifre et al., 2005). O acúmulo de componentes do sabor da polpa e da casca do fruto ocorre relativamente tarde no processo de amadurecimento, de forma que estes parâmetros têm se mostrado muito sensíveis ao estresse hídrico (Coombe & McCarthy, 2000).

Um estresse hídrico moderado após o pintor reduz o tamanho da baga, basicamente pelo efeito da desidratação; também diminui a produtividade, mas a redução no tamanho das bagas é muito menor em comparação com a obtida

em um déficit hídrico induzido antes do pintor (Coombe & McCarthy, 2000; Hardie & Martin, 1990; Ojeda, et al., 2002). Um déficit hídrico após o pintor adianta a data da colheita, devido à desidratação das bagas, determinando um incremento da concentração de sólidos solúveis, estimulando também um avanço na lignificação dos ramos (Coombe & McCarthy, 2000, Ferreyra et al., 2002). Outro efeito amplamente relatado na literatura é o aumento da acidez do mosto e da concentração de antocianinas, que influenciam a cor de vinho (Ferreyra et al., 2002; Ojeda et al., 2002). Segundo Ojeda et al. (2002) o aumento da concentração de antocianinas deve-se a um aumento da relação cutícula/polpa em tratamento de déficits antes do pintor e o aumento na síntese dos compostos fenólicos ocorre se o déficit for após o pintor.

A aplicação de um estresse moderado a forte depois da frutificação e antes do pintor permite o controle do crescimento vegetativo e expressa uma maior qualidade ao vinho, aumentando a relação casca/polpa (Hardie & Martin, 1990; Ferreyra et al., 2002). Nas primeiras semanas deste estágio fenológico, o estresse hídrico moderado diminui o volume das células do pericarpo de forma irreversível.

Um estresse hídrico moderado após o pintor não causa reduções significativas no tamanho dos frutos na época da colheita, mas permite o aumento da concentração de antocianinas. O déficit hídrico forte a severo afeta negativamente a produção, o transporte de carboidratos e a coloração da casca devido à desidratação da baga (Ojeda et al., 2002).

O déficit hídrico durante todo o ciclo, aplicando laminas de irrigação a um percentual menor do que a lâmina relativa à evapotranspiração da cultura, é uma estratégia inadequada, pois embora tenha um aumento na concentração de sólidos solúveis no momento da colheita, este efeito deve-se à desidratação dos frutos e não ao acúmulo de fotossintetizados (Gurovich & Paez, 2004).

2) A intensidade do DI:

Correspondem aos níveis de déficit hídrico impostos e sua duração.

A fim de implementar condições de déficit hídrico com intensidade e nível apropriados aos objetivos qualitativos do vinho é necessário dispor de técnicas de medição que represente o estado hídrico real da planta.

Existem diferentes técnicas e períodos de tempo durante o dia, para medir o potencial hídrico da planta, sendo o potencial hídrico de base (Selles et al., 2002; Choné et al., 2001) e o potencial hídrico do caule (Selles et al., 2002) os mais utilizados.

Choné et al. (2001) encontraram uma baixa variabilidade nas medições do potencial hídrico do caule em comparação com potencial hídrico de base quando os níveis de déficit hídrico são moderados. Portanto, o potencial hídrico do caule faz uma melhor estimativa do nível de estresse em comparação com o potencial hídrico de base, pois o controle estomático da videira afeta as medições das folhas que não são cobertas com plástico.

3.4.3 Métodos de controle do déficit hídrico

Na videira, a água é fornecida pelas chuvas e pelo lençol freático. Quando este fornecimento não é suficiente para o cultivo da videira, deve-se proceder à irrigação. Por isso, é importante poder medir o estado hídrico da videira. Existem numerosas técnicas de medição diretas e indiretas (Gaudillère et al., 2002; Deloire et al., 2004), mas a técnica de referência continua a ser, inquestionavelmente, o potencial hídrico foliar (Choné et al., 2001; Ojeda et al., 2001; Williams & Araujo, 2002; Deloire et al., 2004).

Até pouco tempo, a utilização deste método estava restringida ao âmbito científico, mas nos últimos anos foi progressivamente adotada por empresas vitivinícolas como ferramenta viável para determinar o momento oportuno do início da irrigação (Ojeda, 2007).

3.4.3.1 Acompanhamento e controle do déficit hídrico

Com base no conjunto atual de conhecimentos científicos e empíricos, é possível estabelecer, para regiões de clima temperado, estados hídricos ótimos para a videira em relação à intensidade da restrição hídrica (Tabela 1) e ao momento do ciclo vegetativo (Tabela 2).

TABELA 1 Valores referentes aos potenciais hídricos

Nível de restrição	Ψ_b (MPa) Base	Ψ_t (MPa) Caule
Nula a leve	0,0 a -0,2	0,0 a -0,5
Leve a média	-0,2 a -0,4	-0,5 a -0,8
Média a forte	-0,4 a -0,6	-0,8 a -1,1
Forte a severa	-0,6 a -0,8	-1,1 a -1,4

Fonte: Adaptado por Ojeda, 2007

TABELA 2 Estratégia de déficit hídrico segundo o tipo de vinho

Tipo de vinho	Fases fenológicas e Níveis de Restrição Hídrica			
	Brot. / Flor.	Flor. / Pint.	Pint. / Colheita.	Colheita / Repouso
Vinho de mesa	Nula a leve	Nula a leve	Nula a leve	Nula a leve
Vinho jovem	Nula a leve	Nula a leve	Leve a média	Nula a média
Vinho de qualidade	Nula a leve	Leve a média	Leve a forte	Nula a média
Vinho de guarda	Nula a leve	Leve a média	Média a forte	Nula a forte

Fonte: Adaptado por Ojeda, 2007

No período da brotação à floração, é conveniente que a planta não sofra restrições hídricas ou, caso aconteça, que sejam de fraca intensidade (Ψ_b entre 0 MPa e -0,3 MPa) para não afetar o crescimento dos ramos, que é fundamental para um bom desenvolvimento de reservas da planta. O crescimento vegetativo é o primeiro a ser afetado quando a videira começa a estar submetida a uma restrição hídrica. O crescimento dos ramos diminui, podendo até parar em níveis de restrição mais baixos do que os que afetam o crescimento reprodutivo ou a fotossíntese (Williams et al., 1994).

No período da floração à fecundação, uma restrição hídrica severa nos primeiros dias após a floração ($\Psi_b \leq -0,6$ MPa) pode reduzir a taxa de fecundação e o número de bagas por cacho, por dessecação (Hardie & Considine, 1976). O cacho completo pode ser também afetado pela desidratação parcial ou total do engaço.

O estado hídrico tem uma forte influência no rendimento do vinhedo entre **a fecundação e o pintor**, devido ao efeito que exerce sobre o tamanho da baga (Hardie & Considine, 1976; Becker & Zimmermann, 1984; McCarthy 1997; Ojeda et al., 2001). Esta diminuição é irreversível, mesmo que a restrição seja interrompida na fase posterior, do pintor à maturação. Na prática, este tipo de restrição pode ocorrer em zonas com baixa precipitação, onde a irrigação é uma técnica absolutamente necessária, como é o caso da região do Vale do Submédio São Francisco.

A redução controlada do tamanho da baga pode ser um objetivo de qualidade, considerando que a dimensão das bagas condiciona a relação casca/volume e, deste modo, a diluição dos compostos específicos da película no volume do mosto ou do vinho (Ojeda et al., 2002). Dessa forma uma restrição hídrica moderada (Ψ_b entre -0,3 MPa e -0,4MPa), iniciada precocemente a partir da fecundação, reduzirá o tamanho da baga, aumentando a concentração final de polifenóis e aromas. Haverá uma redução da produção,

devido, exclusivamente, à diminuição do tamanho da baga, único componente do rendimento que será afetado, dando origem a cachos mais soltos, melhor arejados e, conseqüentemente, mais sãos.

No entanto, se a restrição hídrica é excessiva durante este período ($\Psi_b \leq -0,6$ MPa), o peso da baga diminuirá significativamente e será afetada a biosíntese de alguns polifenóis, como os taninos, as proantocianidinas e, em alguns casos, a posterior síntese de antocianinas (Ojeda et al., 2002).

No período do pintor à colheita, a ausência de restrição hídrica (Ψ_b entre 0 e $-0,2$ MPa) produz um vigor excessivo e favorece rendimentos elevados no vinhedo, mas os compostos “qualitativos” da uva, como polifenóis e açúcares, diminuem por meio de um efeito de diluição provocado pelo aumento do tamanho da baga (Ojeda et al., 2002). No entanto, esta pode ser uma estratégia vantajosa para um vinhedo cujo objetivo é uma produção elevada de açúcares por hectare, como é o caso da indústria de mostos concentrados ou de suco de uva.

Por outro lado, uma restrição progressiva até o período de maturação é propícia a uma redução do tamanho das bagas e, por conseguinte, dos rendimentos, favorecendo a concentração dos compostos fenólicos, principalmente das antocianinas.

O estado hídrico do vinhedo durante este período determina, em grande parte, o perfil de vinho produzido (Deloire et al., 2005). Num extremo, a ausência total de restrição (Ψ_b entre 0 e $-0,3$ MPa) produz vinhos herbáceos, diluídos e ácidos. Perante uma restrição muito severa (Ψ_b inferiores a $-0,8$ MPa), os vinhos tintos tendem a ser excessivamente tânicos, duros, adstringentes e alcoólicos e os brancos perdem grande parte dos seus aromas.

É nos estados hídricos intermediários (Ψ_b entre $-0,3$ e $-0,7$ MPa) que os vinhos são mais equilibrados, obtendo-se desde vinhos com perfis frutados até vinhos mais concentrados.

No período do repouso, é aconselhável que a planta recupere o seu estado hídrico (Ψ_b superiores a -0,4 MPa). É nesse período que a variedade, já sem uva, orienta os seus fotoassimilados até as zonas de reservas, raízes, troncos e ramos (Champagnol, 1984), aumenta a assimilação de nutrientes minerais (Conradie, 2005) e retoma o crescimento das suas raízes (Freeman & Smart, 1976; Zyl, 1984).

3.5 Tecnologia de Vinificação

O vinho branco é elaborado apenas pela fermentação do mosto, ou seja, sem maceração das partes sólidas do cacho. O que distingue a vinificação em branco e a vinificação em tinto é a ausência de maceração no primeiro caso. Os melhores vinhos brancos não apresentam elementos provenientes das películas, das sementes, e ainda menos do engaço. A vinificação em branco é conduzida com o fim de evitar a dissolução, direta ou enzimática, dos componentes do bagaço (Peynaud, 1993).

Do ponto de vista prático, na vinificação em tinto, a trasfega e a prensagem seguem-se à fermentação, enquanto que na vinificação em branco a separação por esgotamento, a prensagem e a clarificação são precedentes (Peynaud, 1993).

3.5.1 Tipos de Vinhos Brancos

Os tipos de vinhos brancos são extremamente variados. Podem ser aromáticos, ou de aroma discreto, secos, meio secos, doces ou licorosos, tranquilos ou vivos, espumantes, frescos e frutados ou madeirizados, fortificados com álcool, envelhecidos em madeira ou conservados jovens em cubas herméticas. As uvas podem ser muito maduras, pouco maduras, ou super maduras, analisadas conforme o seu estado sanitário e a natureza do

apodrecimento até a podridão nobre; a riqueza dos mostos pode variar de 10° a 20° Baumé (Peynaud, 1993).

Estas diversidades de gosto e de composição, correspondem a diferentes técnicas de vinificação. O trabalho da preparação do mosto pode comportar sucessivamente as operações de esmagamento, esgotamento, prensagem, sulfitação, decantação do mosto e clarificação, mas nenhuma dessas operações é realmente indispensável para elaborar o vinho. Existem muitas formas de vinificação segundo aqueles que as utilizam e isto corresponde à tendência atual para a preparação dos vinhos brancos secos, havendo também a opinião de que a maior parte delas pode ser omitida. É regra que as operações sejam efetuadas de forma a evitar o contato com o ar.

A produção de vinhos brancos do Submédio do Vale do São Francisco tem despertado uma atenção especial, por parte dos consumidores e de outras regiões, pela qualidade dos produtos elaborados. Estão sendo elaborados vinhos brancos secos e doces, espumantes brut (seco) e moscatel (doce), vinhos licorosos originários de uvas com colheita tardia e, mais recentemente, a produção de destilados. Os vinhos brancos são elaborados a partir das cultivares Chenin Blanc, Moscato Canelli e Sauvignon Blanc. Eles têm apresentado tipicidade aromática inerente às condições desta região. Os espumantes brut e moscatel, elaborados pelo método Charmat, utilizam, também, uvas das cultivares Chenin blanc (brut), Moscato Canelli (brut / moscatel) e a Itália (moscatel). Estes vinhos têm recebido premiações em diversos concursos internacionais, coroando a qualidade e a tipicidade dos espumantes moscatéis originários do Submédio do Vale do São Francisco. Os vinhos licorosos são elaborados a partir de uvas em estado de maturação avançada (desidratadas), com alta concentração de açúcares, com aromas de compotas de frutos, de caramelo e de frutos secos. A cultivar utilizada é a Itália. Os destilados são produzidos a partir de vinhos elaborados de uvas

brancas, como a Chenin blanc e das uvas de mesa Sugaone e Crimson Seedless (Pereira, 2009).

3.5.2 Vinificação: Etapas do processo

O enólogo está cada vez mais atento aos processos enológicos aplicados às uvas e aos fenômenos que ocorrem depois do esmagamento e da prensagem. A qualidade do vinho pode ser aprimorada se certos componentes frágeis da uva (precursores de aroma) forem considerados. Caso a uva apresente uma maturação adequada e homogênea, pode-se tomar a decisão de realizar uma maceração pelicular, no estágio de pré-fermentação, para a extração dos compostos precursores de aromas, visando à obtenção de vinhos aromáticos, a qual deve ser realizada por um período entre 6 e 18 horas, sob uma temperatura de 8 °C a 10 °C (Pereira, 2009).

Quando se observa a evolução da vinificação nos países produtores e consumidores de vinhos brancos de qualidade, nota-se o desenvolvimento das instalações com equipamentos modernos que permitem a preparação rápida dos mostos, a sua clarificação, o arrefecimento dos mostos e vinhos, a remontagem, a filtração e o engarrafamento.

3.5.2.1 Desengace

Consiste em separar os bagos das uvas do engaço (retirar a parte lenhosa do cacho).

Uma boa desengaçadeira não deve deixar as uvas por separar; deve tirar a totalidade dos bagos, não deve arrancar os pedicelos, nem cortar ou esmagar os pedúnculos. Os engaços descartados não devem estar impregnados de mosto, não deve quebrar os engaços, para não extrair taninos verdes procedentes da ráquis. O desengaçador, como o esmagador, deve respeitar os

tecidos do cacho. Vale mais não desengaçar, se o desengace mecânico dilacerar o cacho.

3.5.2.2 Esmagamento

Tem a finalidade de provocar a ruptura das películas e liberar a polpa e o mosto. O seu efeito deve ser suficiente para facilitar a separação do suco, mas não deve despedaçar e dilacerar as partes sólidas. Os esmagadores de rolos são os únicos recomendados.

Na vinificação champanhesa, que serve muitas vezes de modelo, as uvas não são esmagadas, vão intactas para a prensa. É a lenta compressão das uvas que fende a pele e solta progressivamente o mosto, semelhante a um bago de uva sendo apertado entre o polegar e o indicador.

A vantagem do esmagamento reside na rapidez da separação do mosto de esgotamento que produz, exigindo menos volume das prensas. A vantagem do não esmagamento é a de resultar num mosto que contém poucos detritos, pois elimina qualquer trituração da vindima, sendo ao mesmo tempo um mosto muito menos sensível à oxidação, já que é menos rico em oxidases. Essa vantagem apenas é eficiente nos casos em que a prensagem é corretamente conduzida, ou seja, feita lentamente e com pressão progressiva.

3.5.2.3 Prensagem

Tem por fim extrair o mosto pela pressão exercida sobre a uva esmagada. Obtém-se assim o enxugamento do bagaço. A extração deve ser limitada ao suco doce dos vacúolos, excluindo os sucos vegetais, as películas, as sementes e os engaços. O processo da prensagem direta das uvas, sem a passagem pela desengaçadora/esmagadora pro meio de uma prensa pneumática, pode ser escolhido. Este procedimento permite a obtenção de mostos com baixa concentração de substâncias em suspensão, evitando riscos de trituração

das uvas, menor sensibilidade à oxidação e menor quantidade de oxidases (Peynaud, 1997).

3.5.3 Decantação

Outro meio de limitar a maceração consiste em decantar o mosto, ou seja, obter certa clarificação, espontânea ou provocada, antes da fermentação, separando os detritos vegetais e outras impurezas susceptíveis de transmitir aromas e gostos indesejáveis. Um mosto, cujo arranque de fermentação foi impedido por uma sulfitação suficiente, é deixado em repouso por 12 ou 24 horas numa cuba de decantação, e depois trasfegado, eliminando a borra grossa ou parte das borras ligeiras. O vinho proveniente do mosto decantado apresenta mais frescor, acidez e é mais ligeiro; o seu aroma é mais nítido, está mais estabilizado, ou seja, menos sensível às condições exteriores; tem uma cor mais pálida, mais estável, ou seja, menos sensível à ação do oxigênio e das oxidases.

O processo mais usual de separação é a sedimentação e posterior trasfega da parte clarificada, com eliminação da parte decantada, no fundo do tanque.

3.5.3.1 Sulfitação

A sulfitação promove uma ação antioxidante e antiséptica e, também, uma ação seletiva na população microbiana, eliminando grande parte das leveduras de contaminação, evitando a oxidação e a degradação de compostos essenciais à qualidade do vinho (Peynaud, 1997).

Qualquer que seja a forma de separação das borras, a sulfitação do mosto é indispensável. A decantação sulfurosa é a operação fundamental da vinificação. A sulfitação deve intervir o mais cedo possível, logo após o processo de desengace e de prensagem da uva. Deve-se adicionar uma substância antioxidante, em que se destaca o dióxido de enxofre ou anidrido

sulfuroso (SO₂), cuja concentração dependerá do estado sanitário das uvas, bom como do pH do mosto (Tabela 3).

TABELA 3 Quantidade de dióxido de enxofre ou anidrido sulfuroso (SO₂) recomendada para ser adicionada ao mosto antes do processo de vinificação (brancos).

Estados das uvas na colheita	Quantidade de SO ₂ adicionado (g.100L ⁻¹ de mosto)
Uvas sãs, maturação incompleta, alta acidez	5
Uvas sãs, maturação completa, baixa acidez	6-8
Uvas com podridão	8-10

Fonte: Peynaud (1997).

3.5.4 Prevenção dos efeitos da oxidação

O ar é mais inimigo do vinho branco que do vinho tinto. O oxigênio desnatura o aroma, destrói o frutado, escurece a cor do vinho branco. No entanto, não se pode impedir completamente o contato do mosto com o ar. O mosto da uva é submetido à ação do ar desde o momento do esmagamento. Mas é, sobretudo, durante o esgotamento da vindima esmagada que a penetração do oxigênio é prejudicial, devido à grande superfície de contato e à duração desta operação. Da mesma forma, durante a prensagem e as manipulações de que necessita, o ar esta sempre presente.

Conseqüentemente, durante a fermentação e mais tarde por ocasião das trasfegas e dos tratamentos dos vinhos, a dissolução do oxigênio é difícil de ser controlada, e a sua influência pode ser desastrosa se não forem tomadas medidas especiais para evitá-la.

As oxidações durante a vinificação são as mais graves porque o mosto é muito mais sensível do que o vinho e também mais complexo de se proteger. As oxidações do mosto são de natureza enzimática e intervêm duas oxidases: a tirosinase, sempre presente nas uvas, e a lacase da *Botrytis cinerea* nas uvas apodrecidas. Elas estão localizadas nas partes sólidas das uvas, e a sua passagem ao mosto e os estragos que provocam dependem em muito do trabalho mais ou menos intenso empregado às uvas.

A oxidação das substâncias fenólicas provoca modificações intensas da cor (nos casos extremos é a case oxidásica) e a formação de substâncias acres e amargas. Outros componentes do mosto, particularmente as substâncias do aroma, são oxidados. Os mostos consomem em média 2mg de oxigênio por litro por minuto, enquanto que os vinhos levam 24 horas para consumir a mesma quantidade (Peynaud, 1997).

Algumas técnicas são utilizadas para minimizar o efeito das oxidações. Uma solução satisfatória foi encontrada com o emprego do anidrido sulfuroso em doses suficientes e na rapidez de execução das operações de “transformação do mosto”, o que limita as quantidades totais de oxigênio dissolvidas e combinadas. O anidrido sulfuroso age de um lado pelas suas propriedades antioxidásicas, e de outro pelas suas propriedades redutoras. Daí o seu emprego indispensável na vinificação, especialmente em colheitas contendo certa proporção de uvas apodrecidas ou alteradas. Após um a dois minutos depois da sulfitação do mosto, o consumo de oxigênio cessa.

3.5.5 Condução da fermentação

A condução da fermentação é lenta, ainda mais do que na vinificação em tinto, pois a condição das temperaturas de fermentação favorável é nitidamente mais baixa para a vinificação em branco. Os produtos mais finos são obtidos a temperaturas que não ultrapassam 20°C. Uma fermentação à

temperatura elevada, além dos riscos de paradas (acima dos 30°C), sempre maléficis para a qualidade, faz-se acompanhar por uma perda considerável dos aromas primários; por outro lado, os aromas secundários produzidos pelas leveduras a uma temperatura elevada são mais ricos em alcoóis superiores e menos ricos em ésteres, portanto menos agradáveis (Peynaud, 1997).

Um método racional consiste em refrigerar o mosto decantado trazendo-o a uma temperatura de 12 ou 13°C. Ao mosto arrefecido adiciona-se 20-40g de *Saccharomyces* por hl. O arranque de fermentação é lento e a temperatura não pode ultrapassar 20°C. O ideal para a fermentação de vinhos brancos jovens e aromáticos é a temperatura entre 16-18°C, evitando problemas de oxidação e preservando, assim, as qualidades aromáticas dos vinhos. A vinificação transcorre sob controle diário da temperatura, da densidade, do teor de SO₂ total e livre e da acidez volátil do vinho. O SO₂ ativo, que protege o vinho contra a oxidação e a formação de ácido acético e de acetato de etila, pelo aumento da acidez volátil, é o SO₂ livre, cuja concentração adequada deve estar entre 20 mg.L⁻¹ e 40 mg.L⁻¹. A acidez volátil, considerada um defeito grave em vinhos, não deve ultrapassar a concentração de 0,6 g de ácido acético por litro de vinho, enquanto o SO₂ total deve oscilar entre 50 mg.L⁻¹ e 80 mg.L⁻¹ (Pereira, 2009).

3.5.6 Término da fermentação do vinho seco

A fermentação pode ser definida pela densidade, mas o densímetro não é suficiente para indicar se a fermentação está ou não terminada. A dosagem química dos açúcares redutores é imprescindível, mesmo se a densidade tiver baixado para 0,994 ou 0,993, valores que sugerem o término da fermentação . Somente quando o teor em açúcares redutores for inferior a 2 g/L é que pode-se considerar a fermentação alcoólica como encerrada, para o caso de um vinho branco seco (Peynaud, 1997).

A duração da elaboração de vinhos brancos varia em torno de 20 a 40 dias, quando, então, é clarificado e estabilizado com o uso de diferentes substâncias, tais como: bentonite, caseína, PVPP (polivinilpolipirrolidona), entre outras, processo este que pode durar de um a três meses. Na sequência, o vinho deve ser filtrado e engarrafado, de preferência em engarrafadoras que realizam a adição de N₂ ou de CO₂ na garrafa, para garantir um ambiente anaeróbico, de modo a impedir a proliferação de microrganismos (Pereira, 2008b).

Nas condições do Submédio do Vale do São Francisco, os vinhos brancos são normalmente recomendados para o consumo jovem, sem passar por barricas de carvalho, pois visam a valorizar a sua estrutura leve e os seus aromas frutados e florais. Entretanto, a vida útil dos vinhos brancos desta região ainda não é cientificamente conhecida (Pereira, 2009).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local do experimento e delineamento experimental

Este estudo foi realizado de junho a outubro de 2006, em um vinhedo comercial da VINIBRASIL, em Lagoa Grande, PE-Brasil, localizado na região do Vale do Submédio São Francisco entre os paralelos 8 e 9° de latitude Sul e 40°22' de longitude Oeste, sendo a altitude média de 365m. O clima é semiárido tropical, quente e seco, classificado como BSh de acordo com Köppen. A temperatura e precipitação pluvial média anual é de 26°C e 500 mm, respectivamente, e meses chuvosos de novembro a abril (460 mm), dados referentes aos últimos 15 anos (Embrapa Semiárido). A variedade de uva de vinho selecionada descendente de *Vitis vinifera* L. foi a Chenin Blanc enxertada no IAC 572 (*Vitis caribaea* x 101-14 Mgt), com dois anos de idade. As videiras foram conduzidas no sistema de condução em latada, espaçadas de 3,0 m x 1,0m (3334 plantas por ha), sob irrigação por gotejamento (fluxo emissor de 4,0 L h⁻¹, espaçado de 1 m), em um solo arenoso. Para os quatro tratamentos de Déficit de Irrigação (DI), uma linha de gotejamento por fileira de plantas foi instalada, com um emissor por videira, espaçados de 1,0 m. O delineamento utilizado foi o delineamento inteiramente ao acaso, com seis repetições, discriminados como se segue: T1 – 75% da ETc; T2 – 50% da ETc; T3 – manejo misto com 50% da ETc até 83 dias após a poda – DAP (12 de setembro / crescimento final do fruto) e 75% da ETc até a colheita; T4 – Testemunha (Tratamento convencional da Fazenda - 37% da ETc). Para a determinação da ETc foi utilizado um coeficiente da cultura (Kc) pré-estabelecido para a variedade Syrah nas condições edafoclimáticas dessa região ($Kc = -0,00005 \text{ DAP}^2 + 0,0073 \text{ DAP} + 0,7$) (Teixeira, et al., 2003); o manejo de irrigação foi realizado durante o dia, três vezes por semana (segundas,

quartas e sextas), utilizando a E_{To} diária e o coeficiente da cultura (K_c) preestabelecido acima; o volume de água aplicado por tratamento foi de $V = K_c \times E_{t_0} \times A$ (A é área de domínio da planta em m^2); o tempo de irrigação por tratamento foi de $t = V / (\text{no de gotejadores por planta} \times \text{vazão real do gotejador})$ (Soares et al., 2006). A diferenciação da irrigação teve início aos 45 DAP (5 de agosto / pegamento do fruto) e se estendeu até a colheita.

4.2 Avaliação do estado hídrico da planta

As plantas eram irrigadas semanalmente nas segundas, quartas e sextas-feiras. O estado hídrico foi avaliado através do potencial hídrico foliar (Ψ_w), utilizando-se uma câmara de pressão (Scholander et al., 1965), modelo 600 da “P.M.S. Instrument Company”, Corvallis, Oregon (EUA). Esses potenciais hídricos foram avaliados pelo menos 18 horas após o período de irrigação das segundas e quartas-feiras, em cinco momentos, nos dias: 17 e 31 de agosto, 14 e 28 de setembro e 10 de outubro. O início ocorreu no dia 17 de agosto (71 DAP), uma semana após a diferenciação da irrigação, e seu término no dia 10 de outubro (111 DAP, 8 dias antes da colheita). Foram avaliados os potenciais hídricos foliares: de base (Ψ_b) e do caule (Ψ_t). O potencial hídrico foliar de base (Ψ_b) foi determinado antes do nascer do sol. Para essa avaliação, foi utilizada uma folha adulta por planta e não danificada fisicamente, localizada no terço médio do ramo e que tenha recebido diretamente a radiação solar durante o dia. O potencial hídrico foliar do caule (Ψ_t) foi medido em um intervalo de tempo de 2h (de meio-dia às duas horas da tarde), em folhas que tinham sido completamente cobertas por papel laminado e ensacadas, pelo menos, duas horas antes da medição. Esta cobertura impede a transpiração foliar, de modo a igualar ao potencial hídrico do caule (Begg & Turner, 1970). Folhas sombreadas foram selecionadas para evitar o superaquecimento durante

este período. As avaliações dos potenciais hídricos foram realizadas em seis folhas por tratamento.

4.3 Medição das trocas gasosas

As trocas gasosas foram monitoradas utilizando-se um analisador portátil de gás por infravermelho, IRGA LI- 6200 da LICOR (USA), conectado a uma câmara de assimilação com volume de 1 litro. As informações foram feitas pelo menos 18 horas após a última irrigação e em três momentos: nos dias 31 de agosto (71 DAP – desenvolvimento dos cachos), 14 de setembro (85 DAP – desenvolvimento dos cachos) e 28 setembro (99 DPA – maturação) obtidas durante o dia, em intervalo de tempo de 2 em 2 horas, começando às 6 horas e terminando às 18 horas. As trocas gasosas foram monitoradas utilizando-se uma folha por repetição.

4.4 Produção e composição da uva

Em cada repetição, na época da colheita (18 de outubro), foram selecionadas seis plantas onde foram analisados o número de cachos, o peso do cacho, a produção por planta e a produção por hectare.

As características químicas das uvas, como teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e pH, foram avaliadas por ocasião da colheita por meio de coletas de 100 bagas em cada repetição. As análises foram realizadas no Laboratório de Enologia da EMBRAPA Semiárido/PE. O teor de SST do mosto das uvas foi determinado em refratômetro digital manual com compensação automática de temperatura (Homis modelo PAL-1) por meio de esmagamento e posterior filtragem das amostras em algodão, e o resultado expresso em °Brix. As determinações do pH do suco foram realizadas em um potenciômetro digital (Tecnal modelo 3 MPB), equipado com eletrodo de vidro e calibrado com soluções padrão de pH 4,0 e 7,0. O teor da acidez total

titulável – ATT foi obtido por titulação do mosto com solução padronizada de NaOH 0,1N, adotando-se como ponto final da titulação o pH=8,2 e o resultado expresso em g.L⁻¹ de ácido tartárico (Instituto Adolfo Lutz, 1985).

As características físicas avaliadas foram o peso correspondente a 100 bagas de uva e a densidade do mosto.

4.5 Elaboração dos Vinhos

A vinificação foi realizada no Laboratório de Enologia da EMBRAPA Semiárido-PE. A colheita foi realizada na parte da manhã. Em cada tratamento foram colhidos em média 120 kg de uvas em caixas com capacidade de 15 kg, transportadas até o Laboratório. As uvas foram armazenadas em câmara fria, a 10 °C, por 24 horas, para retirada do calor de campo. Em seguida, foram desengaçadas e as bagas levemente esmagadas, utilizando-se uma desengaçadora-esmagadora de aço inox, com rolo giratório e controle da velocidade. Posteriormente utilizou-se uma prensa pneumática onde ocorreu a separação entre o mosto e as partes sólidas da uva (ráquis, película e semente). Neste momento adicionou-se SO₂ (5g.100L⁻¹ de mosto). Antes de dar início ao processo de fermentação, os mostos foram acondicionados em quatro tanques fermentadores de aço inox com capacidade de 200 L, situados dentro de uma câmara fria a 0°C por 24 horas, onde ocorreu a clarificação pela adição 0,1g.L⁻¹ de bentonite. Após a trasfega (separação do vinho clarificado da borra) adicionaram-se leveduras secas ativas (*Saccharomyces cerevisiae*) AWRI 796 na concentração de 0,30 g.L⁻¹. Os tanques permaneceram em ambiente com temperatura controlada a 15°C. Durante o período de fermentação realizaram-se duas remontagens por dia. Após 25 dias realizou-se a descuba, transferindo-se o vinho para recipientes de vidro com capacidade de 9 L (Pyrex®), dotados de válvula tipo Muller, finalizando a fermentação alcoólica, quando a densidade estava abaixo de 993. Ao final da fermentação alcoólica os vinhos

foram trasfegados e os valores de SO₂ livre corrigidos para 30 mg.L⁻¹. Em seguida, foram colocados em câmara fria a 0 °C para estabilização tartárica por quinze dias. Após duas trasfegas adicionais, em intervalos de um mês, os vinhos foram engarrafados em garrafas de 750 mL, colocando-se rolhas de cortiça tipo “um mais um”, sendo as garrafas acondicionadas em adega climatizada a 18°C e cerca de 60% de umidade relativa.

4.6 Análises químicas realizadas nos vinhos

As análises do teor de álcool, acidez total, acidez volátil, açúcares redutores e pH nos vinhos foram determinadas pela metodologia de Ribéreau-Gayon et al. (1976) e Office International de la Vigne et du Vin - OIV (1990).

4.7 Análises sensoriais

A avaliação sensorial dos vinhos foi realizada a partir da degustação pelo Grupo de Avaliação Sensorial da Embrapa Uva e Vinho, de Bento Gonçalves-RS. Foram avaliados os parâmetros visual (intensidade da cor), olfativo (intensidade e qualidade aromática, intensidade das notas frutada, floral e vegetal e oxidação) e gustativo (estrutura/corpo, alcoolicidade, acidez, salgado, harmonia, gosto vegetal, amargor e persistência aromática) dos vinhos experimentais elaborados. Esta avaliação foi realizada através do auxílio de uma ficha de degustação paramétrica (escala 1 a 5), sendo realizada às cegas e em triplicata pelos degustadores. O tratamento dos resultados é realizado pelo programa Excel, onde são calculadas as médias das notas dadas, que são representadas em gráficos do tipo radar ou teia (Peynaud, 1997).

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 respostas ecofisiológicas da videira Chenin Blanc ao manejo de irrigação com restrição hídrica

O estado hídrico das videiras variou em função do manejo de irrigação conforme demonstrado pelos valores do potencial hídrico de base (Ψ_b) e potencial hídrico do caule (Ψ_t) (Figuras 6 e 7). As maiores reduções foram observadas no tratamento com 37% da ET_c , onde o Ψ_b alcançou valores próximos a -0,3 MPa, enquanto que Ψ_t atingiu -1,20 MPa próximo à colheita. Na maioria das datas avaliadas, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com 75% da ET_c , 50% da ET_c e 50/75% da ET_c para os valores do Ψ_b que permaneceram maiores que -0,2MP (Figura 6). No entanto, através do Ψ_t foi possível detectar maiores diferenças entre os tratamentos hídricos (Figura 7). Os maiores valores foram obtidos com o tratamento com 75% da ET_c , que variaram de -0.45 MPa a -0.66 MPa. Os tratamentos 50% da ET_c e o tratamento misto (50-75% da ET_c) apresentaram valores intermediários que variaram de -0,8 a -1,0 MPa. Com a redução da lâmina de irrigação para 37% da ET_c foi possível observar uma diminuição significativa no Ψ_t a partir dos 85 DAP em relação aos outros tratamentos hídricos.

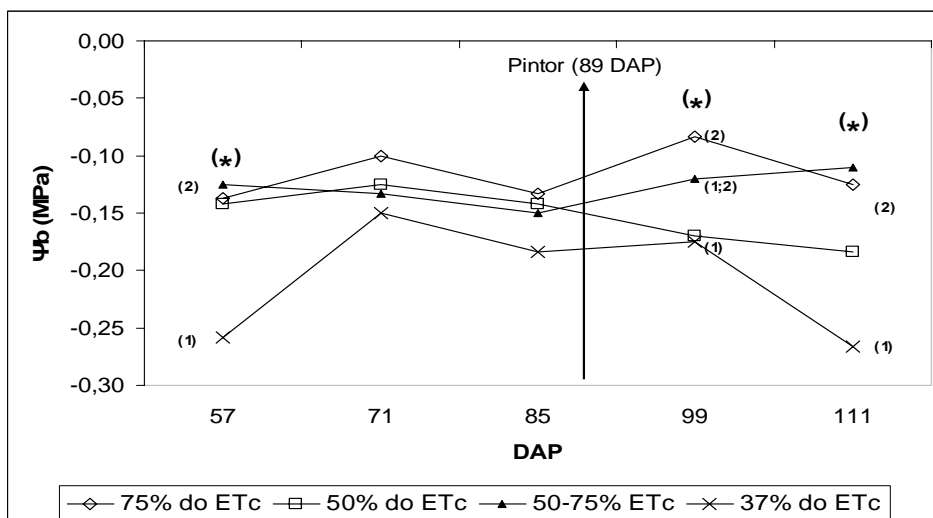


FIGURA 6 Efeito do manejo de irrigação com restrição hídrica sobre o potencial hídrico de base (Ψ_b), medido de madrugada antes do nascer do sol, na cultivar Chenin Blanc, em Petrolina – PE 2006. Médias seguidas de mesmo algarismo não diferem entre si significativamente ($p < 0,05$).

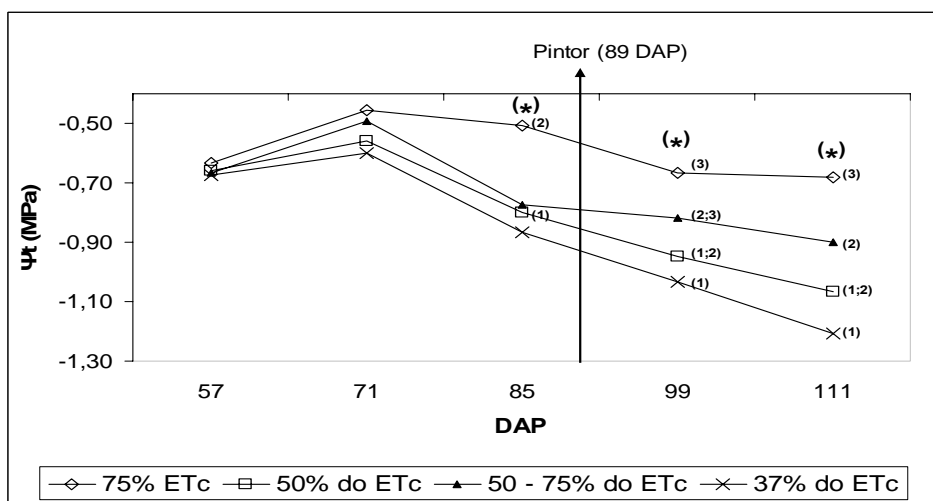


FIGURA 7 Efeito do manejo de irrigação com restrição hídrica sobre o potencial hídrico do caule (Ψ_t), medida ao meio-dia, na cultivar Chenin Blanc, em Petrolina – PE 2006. Médias seguidas de mesmo algarismo não diferem entre si significativamente ($p < 0,05$).

Apesar da alteração no Ψ_b entre os diferentes manejos de irrigação, os valores observados situaram-se na faixa de valores de intensidade de estresse hídrico considerado como nulo a moderado de acordo com a literatura (Deloire et al., 2004). Valores similares também foram observados por Souza et al. (2009) no Vale do São Francisco para a variedade Syrah, submetida à suspensão da irrigação após a fase de pintor e a irrigação parcial das raízes.

O Ψ_b , por ser medido antes do amanhecer, quando as plantas supostamente entram em equilíbrio com a água do solo durante a noite, tem sido usado para estimar também o potencial hídrico na zona radicular. Entretanto, existem evidências que demonstram que a transpiração noturna, detectada em várias espécies, impede a completa recuperação das plantas durante a noite (Donovan et al., 2003; Caird et al., 2007; Rogiers et al., 2009). Este fato pode ter contribuído para a baixa sensibilidade do Ψ_b em diferenciar os tratamentos hídricos nas condições semi-áridas do nordeste.

Neste estudo, o Ψ_t foi mais eficaz em avaliar a deficiência hídrica nas videiras. Após o início da maturação, foram observadas as maiores diferenças entre os tratamentos hídricos, onde o tratamento 75% da ET_c apresentou os maiores valores, em torno de -0,6 MPa, enquanto que as menores lâminas (50% e 37% da ET_c) apresentaram os valores mais negativos (-1,0 a -1,20 MPa). Somente foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos 75% da ET_c e 37% da ET_c , e entre os tratamentos misto e o 37% da ET_c .

A faixa de valores de Ψ_t observada nos tratamentos 50% da ET_c , 50-75% da ET_c e 37% da ET_c , que variou de -0,70 MPa a -1,20 MPa pode ser considerada como indicativo de estresse hídrico moderado a forte (Ojeda, 2007). O Ψ_t tem sido considerado na literatura com o indicador fisiológico que apresenta maior sensibilidade em detectar variações no estado hídrico da videira por ser menos afetado pelos estômatos e pelas condições atmosféricas (Choné et al., 2001; Patakas et al., 2005; Souza et al., 2009).

As alterações observadas no estado hídrico das videiras foram acompanhadas de alterações na assimilação de carbono e fluxo transpiratório. As trocas gasosas da Chenin Blanc foram afetadas pelas diferentes lâminas de irrigação, conforme mostram as medições da fotossíntese (A), condutância estomática (gs) e transpiração (E), realizadas entre 06:00 h e 16:00 h, aos 71, 85 e 99 DAP (Figuras 8, 9 e 10). De um modo geral, as taxas fotossintéticas entre os tratamentos variaram de 3 a 16 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ em função das condições climáticas do dia e do horário de medição. As medições foram feitas em dias onde a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) variou de 160 a 1600 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$, (Figuras 8a, 9a e 10a). Aos 99 DAP houve uma redução da fotossíntese em todos os tratamentos devido às condições climáticas durante o dia de avaliação, onde foram registradas as maiores temperaturas (aprox. 35°C) e maior déficit de pressão de vapor (3,8 kPa).

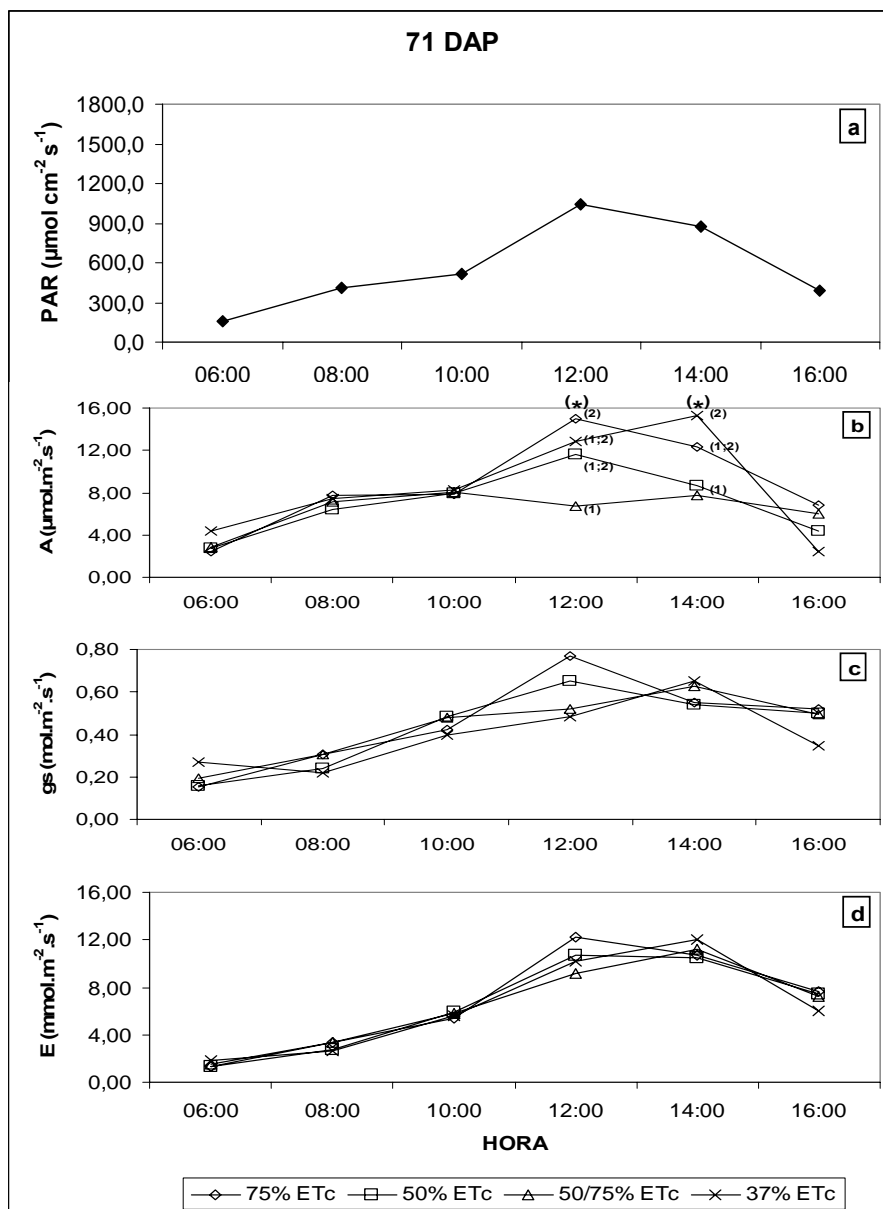


FIGURA 8 Evolução diurna da variação fotossinteticamente ativa (PAR), da fotossíntese (A), da condutância (gs) e da transpiração (E) da cv. Chenin Blanc submetidas ao manejo de irrigação com restrição hídrica, durante o crescimento das bagas (71 DAP). Médias seguidas de mesmo algarismo não diferem entre si significativamente ($p < 0,05$).

As maiores diferenças na fotossíntese entre os tratamentos foram observadas aos 85 DAP, nos horários das 10 e 14 h, onde os tratamentos 75%, 50% e 50-75% da ETc apresentaram as maiores taxas, variando de 10 a 12 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}$ (Figura 9b). Houve uma redução de 50% na fotossíntese das videiras do tratamento com menor lâmina de irrigação.

As taxas de condutância estomática (gs) e de transpiração (E) foram mais sensíveis à restrição hídrica, sendo possível observar dois grupos distintos. Aos 85 e 99 DAP, os tratamentos mais irrigados (75 e 50-75% da ETc) apresentaram os maiores valores de gs e E, enquanto que os menores foram observados nos tratamentos com as menores lâminas de irrigação (50% e 37% da ETc) (Figuras 9c e 9d e 10c e 10d). Cabe ressaltar que as videiras submetidas ao tratamento misto (50-75% da ETc), aos 85 e 99 DAP, já estavam sendo irrigadas com 75% da ETc, ou seja, ambos os tratamentos estavam recebendo a mesma quantidade de água durante este período.

A redução na condutância estomática das videiras dos tratamentos com menor lâmina ocorreu quando as plantas apresentavam ainda valores de Ψ_b que indicam ausência de estresse hídrico, de acordo com a literatura (Deloire et al., 2004; Souza et al., 2003, 2005a). Entretanto, esses estudos foram desenvolvidos no hemisfério norte, e, portanto, os resultados deste trabalho demonstram que para as condições edafoclimáticas do Vale do São Francisco, as videiras apresentaram maior sensibilidade estomática em Ψ_b em torno de -0,2 a -0,3 MPa. No entanto, de acordo com os valores de Ψ_t observados, o comportamento estomático das videiras Chenin Blanc indica a ocorrência de um estresse hídrico moderado, conforme demonstrado na literatura (Ojeda, 2007), confirmando mais uma vez a maior sensibilidade do Ψ_t em diagnosticar a intensidade de estresse nos vinhedos.

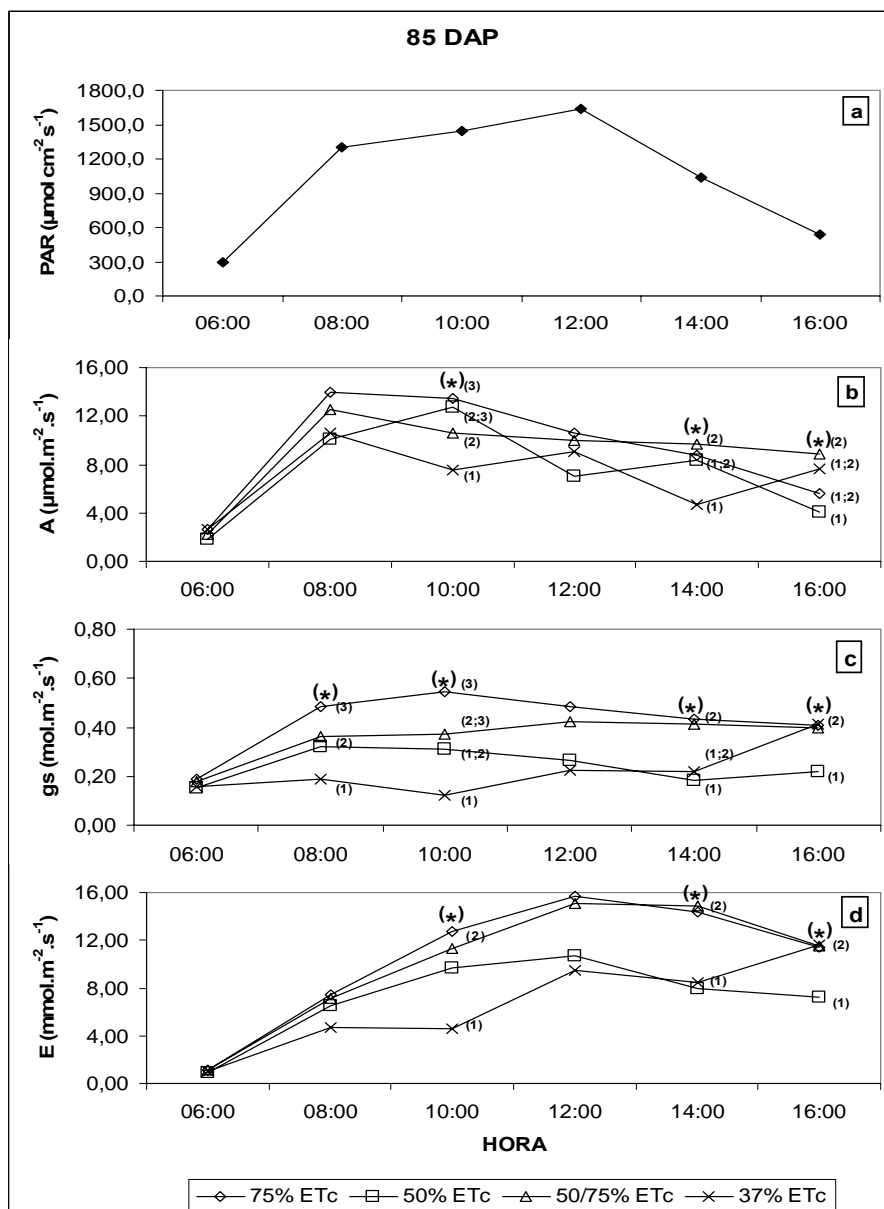


FIGURA 9 Evolução diurna da variação fotossinteticamente ativa (PAR), da fotossíntese (A), da condutância (gs) e da transpiração (E) da cv. Chenin Blanc submetidas ao manejo de irrigação com restrição hídrica, durante o crescimento das bagas (85 DAP). Médias seguidas de mesmo algarismo não diferem entre si significativamente ($p < 0,05$).

Apesar do maior fechamento estomático nos tratamentos menos irrigados, a assimilação de carbono foi pouco afetada, conforme os resultados obtidos, onde se verificou apenas uma redução significativa da fotossíntese no tratamento com 37% da ETC aos 85 DAP (Figura 9b). O fechamento dos estômatos é uma das primeiras respostas das plantas à deficiência hídrica para evitar as perdas de água por transpiração, comprometendo as taxas de fotossíntese (Chaves, 1991). O fechamento dos estômatos ocorre devido à ação hormonal, notadamente a do ácido abscísico (ABA), que é sintetizado nas raízes em condição de baixa disponibilidade hídrica no solo e enviado à parte aérea pelo fluxo transpiratório (Davies et al., 2002).

No caso específico da videira, observa-se em vários estudos, que é possível reduzir a quantidade da água aplicada na irrigação sem impacto negativo na fotossíntese (Dry & Loveys, 1999; Souza et al., 2003, 2005a;). Outros manejos de irrigação com restrição hídrica, como a irrigação parcial das raízes (PRD) e a irrigação com déficit hídrico controlado (RDI), têm sido amplamente utilizados na vitivinicultura, com o objetivo de aumentar a eficiência do uso da água e melhorar a qualidade da uva e do vinho (McCarthy et al., 2000; Santos et al., 2003; Santos et al., 2005; Souza et al., 2005b). Estes trabalhos demonstram a possibilidade de, com redução da irrigação, manipular o funcionamento dos estômatos, reduzir o vigor vegetativo da videira, sem, no entanto, comprometer a capacidade fotossintética da planta e a sua produção.

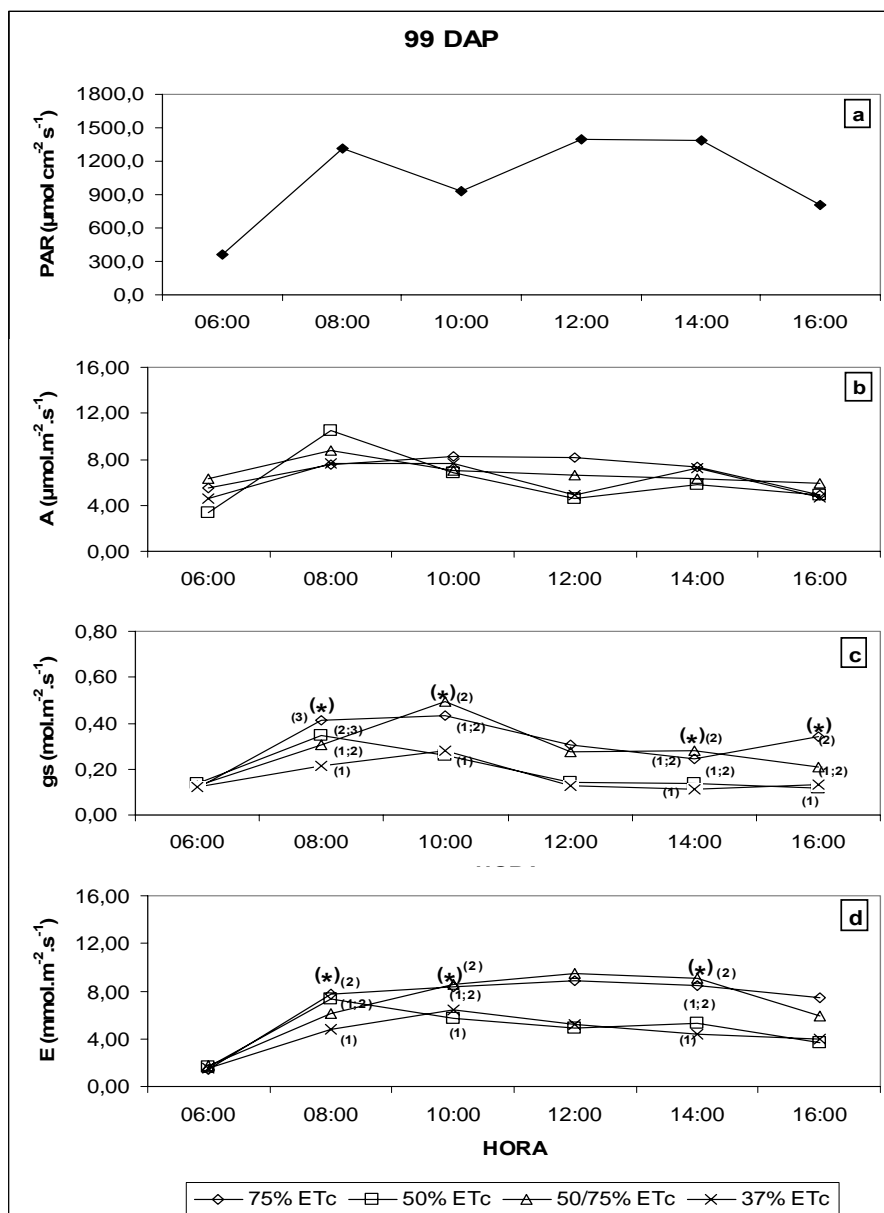


FIGURA 10 Evolução diurna da variação fotossinteticamente ativa (PAR), da fotossíntese (A), da condutância (gs) e da transpiração (E) da cv. Chenin Blanc submetidas ao manejo de irrigação com restrição hídrica, durante a maturação das bagas (99 DAP). Médias seguidas de mesmo algarismo não diferem entre si significativamente ($p < 0,05$).

5.2 Efeito do manejo da irrigação com restrição hídrica sobre a produção e composição da uva e do vinho Chenin Blanc

A redução da irrigação até 50% da ETc não teve efeito negativo sobre a produção da uva Chenin Blanc. As videiras submetidas aos tratamentos 75%, 50% e 50-75% da ETc produziram, em média, 24 cachos/planta, 6,5 kg de uva/planta e uma produção de 21 ton de uva/ha (Tabela 4) . Houve uma diferença significativa entre os tratamentos 75% e 50-75% da ETc para o peso dos cachos. No entanto, essa variação no peso não foi suficiente para alterar a produção por planta.

A produção das videiras do tratamento convencional praticado na fazenda (37% do ETc) possibilitou uma redução no número de cachos/planta, produção por planta e produção por hectare. Entretanto, essa redução foi observada no número de cachos e não no peso dos cachos, variável que poderia ter sido afetada diretamente pela irrigação. Na videira, o número e a produção de cachos é determinado durante o ciclo de produção anterior, período onde ocorre a indução e diferenciação das inflorescências (Srinivasan & Mullins, 1981). Portanto, pode-se relatar que a baixa produção não foi causada exclusivamente pela limitação hídrica, podendo haver outros fatores que comprometeram a produção de cachos.

Em virtude do número reduzido de cachos por planta, houve uma redução significativa destes no tratamento com 37% da ETc, para as variáveis sólidos solúveis totais e a ATT (acidez total titulável) na época da colheita (Tabela 5). Provavelmente estas diferenças podem ser explicadas pelas características do ciclo anterior, não sendo causadas pelo déficit hídrico aplicado neste tratamento.

TABELA 4 Efeito do manejo de irrigação com restrição hídrica sobre o número de cachos por planta, o peso de cacho por planta, a produção por planta e a produção por ha

Tratamentos	Número de cachos/pl.	Peso médio do cacho (g)	Produção por pl (Kg).	Produção por ha em ton.
75% do ETc	22,71 (b)	287,04 (b)	6,57 (b)	21,90 (b)
50% do ETc	26,50 (b)	274,90 (ab)	7,08 (b)	23,60 (b)
50-75% do ETc	24,50 (b)	233,11 (a)	5,80 (b)	19,30 (b)
37% do ETc	13,21 (a)	237,29 (ab)	3,06 (a)	10,20 (a)

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

TABELA 5 Efeito do manejo de irrigação com restrição hídrica sobre variáveis físicas e químicas da uva um dia antes da colheita (118 DAP)

Tratamentos	ATT (g/L de ác. tart)	pH	Densidade	°Brix	Peso 100 b (g)
75% do ETc	7,65(a)	3,36(a)	1091(a)	22,2(a)	196,47(a)
50% do ETc	6,75(a)	3,37(a)	1091(a)	22,2(a)	175,78(b)
50-75% do ETc	7,12(a)	3,53(a)	1088(a)	21,6(a)	189,90(a)
30% do ETc	5,77(b)	3,71(a)	1098(a)	23,3(b)	185,61(ab)

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si significativamente pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

De acordo com a Tabela 6, pode-se observar que os vinhos obtidos a partir do tratamento de irrigação convencional da fazenda (37% ETc), apresentam maior teor alcoólico, menor acidez total, maior pH e maior

concentração de açúcares redutores. Com relação aos outros tratamentos, os resultados foram muito semelhantes.

TABELA 6 Resultados analíticos dos vinhos experimentais de Chenin Blanc, em função dos tratamentos de déficits irrigação, com relação às análises físico-químicas

Tratamentos	Álcool	Acidez Total (meq.L ⁻¹)	Acidez Volátil (meq.L ⁻¹)	Açúcares redutores (g.L ⁻¹)	pH
75% do ETc	11,81	94	9	1,26	3,55
50% do ETc	11,81	52	10	1,39	3,85
50-75% do ETc	11,11	90	6	1,22	3,45
37% do ETc	13,34	48	11	2,81	4,13

Na Figura 11 podem ser observados os resultados das análises sensoriais realizadas. O vinho elaborado a partir das uvas do tratamento convencional da fazenda (37% ETc), em comparação com os outros tratamentos, foi o que obteve as melhores descrições quanto às características intensidade de cor, intensidade e qualidade aromática, maior intensidade dos aromas frutado e floral, menor intensidade dos aromas vegetais, melhor estrutura/corpo, harmonia, menor gosto vegetal e melhor persistência aromática.

Estes resultados comprovam que a adoção de práticas de manejo do nível de controle dos déficits de irrigação, em vinhedos comerciais com videiras destinadas à produção de uvas para a elaboração de vinhos na região do Vale do Submédio São Francisco, pode ter benefícios significativos quanto

à qualidade e à tipicidade dos vinhos. Neste estudo, a menor produção de uvas proporcionou as melhores características sensoriais dos vinhos. Mas, esta relação deve ser comprovada para cada condição, sendo também dependente da qualidade do vinho a ser elaborado.

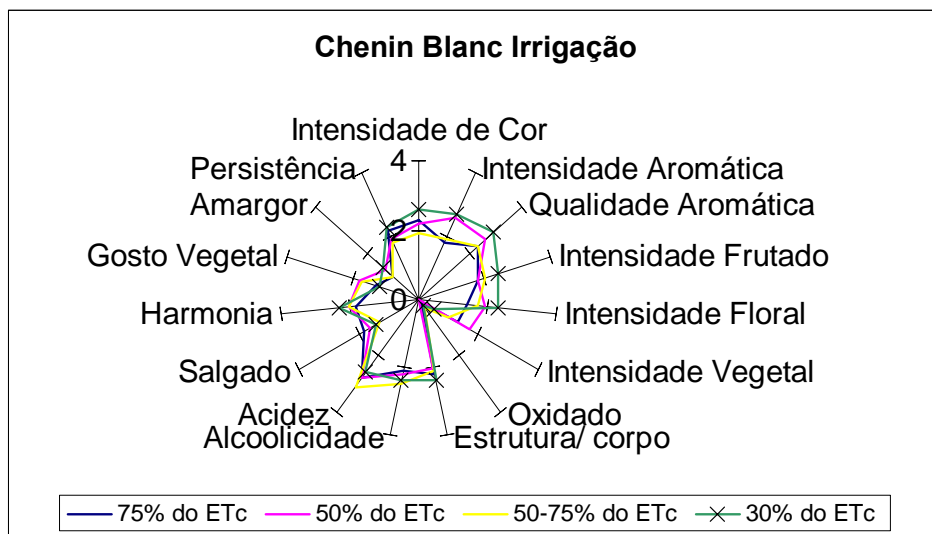


FIGURA 11 Resultados obtidos a partir das análises sensoriais dos vinhos, realizadas pelo Grupo de Avaliação Sensorial da Embrapa Uva e Vinho, Bento Gonçalves-RS, quanto aos atributos visuais, olfativos e gustativos, obtidos em função de uma ficha de degustação paramétrica, com escalas de 1 a 5.

6 CONCLUSÕES

Neste estudo, o Ψ_t foi mais eficaz em avaliar o estresse hídrico nas videiras pelas diferenças significativas obtidas, quando comparado ao Ψ_b .

O tratamento convencional da fazenda (37% ETc) proporcionou a obtenção de uvas com maior concentração de açúcares e menor acidez, em comparação aos outros níveis de irrigação. Este mesmo tratamento permitiu a obtenção de vinhos com maior teor de álcool, pH, melhor intensidade de coloração, melhor intensidade e qualidade aromática, melhor estrutura, harmonia e persistência. Os outros vinhos foram classificados como menos qualitativos em comparação aos vinhos do tratamento 37% ETc.

Verificou-se que, no período de junho a outubro e nas condições semi-áridas do Nordeste do Brasil, a quantidade de água fornecida à cultura da videira influencia a qualidade das uvas e vinhos, e que o tratamento com 37% ETc, ou seja, de menor lâmina de irrigação, foi o que determinou o melhor vinho. Portanto, o manejo de irrigação é uma das técnicas de produção que permite extrair da videira características desejáveis nos frutos que vão influenciar a qualidade do vinho. As repostas dessa variedade em relação à quantidade de água administrada no cultivo foram significativas e estes são parâmetros importantes de incremento tecnológico para a cadeia produtiva da uva e conseqüente desenvolvimento da vitivinicultura tropical na região.

7 PERSPECTIVAS

Os resultados obtidos neste estudo demonstraram que a adoção de um manejo com déficit hídrico permite obter vinhos com melhor qualidade, o que pode ser útil para as Empresas, em função da relação custo de produção/qualidade do produto/preço de venda no mercado, podendo-se conseguir maior rentabilidade e valor agregado. Mas, outros estudos deverão ser realizados para testar a influência do nível de irrigação sobre uvas e vinhos no Vale do Submédio São Francisco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEWELDT, G.; EIBACH, R.; RÜHL, E. Investigations on gas exchange in grapevine. **Vitis: journal of grapevine research**, Siebeldingen, v. 21, p. 313-324, 1982.

BECKER, N.; ZIMMERMANN, H. Influence de divers apports d'eau sur des vignes en pots, sur la maturation des sarments, de développement des baies et la qualité des vins. **Bulletin de l'Office International de la Vigne et du Vin**, Paris, v. 57, p.573-683, 1984.

BEGG, J. E.; TURNER, N. C. Water potential gradients in field tobacco. **Plant Physiology**, Washington, v. 46, n. 2, p. 343-346, Aug. 1970.

BOUCHABKE, O.; TARDIEU, F.; SIMONNEAU, T. Leaf growth and turgor in growing cells of maize (*Zea mays* L.) respond to evaporative demand in well-watered but not in water saturated soil. **Plant, Cell & Environment**, Oxford, v. 29, n. 6, p. 1138-1148, May 2006.

CAIRD, M. A.; RICHARDS, J. H.; DONOVAN, A. Nighttime stomatal conductance and transpiration in C3 and C4 plants. **Plant Physiology**, Washington, v. 143, n. 1, p. 4-10, Jan. 2007.

CARBONNEAU, A.; OLLAT, N. Instabilité de la réhydratation tardive des feuilles à l'amorce du régime de transpiration en situation de sécheresse. Exemple de *Vitis vinifera* L. cv. Sémillon. **Journal International Sciences Vigne et Vin**, Bordeaux, v. 25, n. 2, p. 75-83, Apr. 1991.

CHAMPAGNOL, F. **Elements de physiologie de la vigne et de viticulture générale**. Paris: Champagnol, 1984. 351p.

CHAVES, M. M. Effects of water deficits on carbon assimilation. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 42, n. 1, p. 1-16, 1991.

CHAVES, M. M.; PEREIRA, J. S.; MAROCO, J.; RODRIGUES, M. L.; RICARDO, C. P. P.; OSÓRIO, M. L.; CARVALHO, I.; FARIA, T.; PINHEIRO, C. How plants cope with water stress in the field? Photosynthesis and growth. **Annals of Botany**, London, v. 89, n. 7, p. 907-916, 2002.

CHONÉ, X.; LEEUWEN, C. van; DUBOURDIEU, D. Y. ; GAUDILLERE, J. Stem water potential is a sensitive indicator of Grapevine Water Status. **Annals of Botany**, London, v. 87, n. 4, p. 477-483, 2001.

CIFRE, J.; BOTA, J.; ESCALONA, J. M.; MEDRANO, H.; FLEXAS, J. Physiological tools for irrigation scheduling in grapevine (*Vitis vinifera* L.) an open gate to improve water-use efficiency? **Agriculture, Ecosystems & Environment**, Amsterdam, v. 106, n. 2/3, p.159-170, Apr. 2005.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO DOS VALES DO SÃO FRANCISCO E DO PARNAÍBA. Brasília, 2009. Disponível em: <<http://www.codevasf.gov.br/osvales/vale-do-sao-francisco/recus/submedio-sao-francisco>>. Acesso em: 13 ago. 2009.

CONDE, C.; SILVA, P.; FONTES, N.; PIRES, D. A. C.; TAVARES, R. M.; SOUSA, M. J.; AGASSE, A.; DELROT, S.; GERÓS, H. Biochemical changes throughout grape berry development and fruit and wine quality. **Food**, London, v. 1, n. 1, p.1-22, 2007.

CONDON, A. G.; RICHARDS, R. A.; REBETZKE, G. J.; FARQUHAR, G. D. Breeding for high wateruse efficiency. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 55, n. 407, p. 2447-2460, Nov. 2004.

CONRADIE , W. J. Partitioning of mineral nutrients and timing of fertilizer applications for optimum efficiency. In: CHRISTENSEN, P.; SMART, D. R. (Ed.). **Soil environment and vine mineral nutrition symposium**. Davis: American Society for Enology and Viticulture, 2005. p. 66-81.

COOMBE, B. G.; MCCARTHY, M. G. Dynamics of grape berry growth and physiology of ripening. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 6, n. 2, p. 131-135, July 2000.

COSGROVE, D. J. Growth of the cell wall. **Nature Reviews, Molecular Cell Biology**, London, v. 6, n. 11, p.850- 861, Nov. 2005.

COSGROVE, D. J. Water uptake by growing cells: An assessment of the controlling roles of wall relaxation, solute uptake, and hydraulic conductance. **International Journal of Plant Sciences**, Chicago, v. 154, n. 1, p. 10-21, Jan. 1993.

DAVIES, W. J.; WILKINSON, S.; LOVEYS, B. Stomatal control by chemical signalling and the exploitation of this mechanism to increase water use efficiency in agriculture. **New Phytologist**, Cambridge, v. 153, n. 3, p. 449-460, Mar. 2002.

DAVIS, W. J.; TARDIEU, F.; TREJO, C. L. How do chemical signals work in plants that grow in drying soil? **Plant Physiology**, Washington, v. 104 n. 2, p.309-314, Feb. 1994.

DELOIRE, A.; CARBONNEAU, A.; WANG, Z.; OJEDA, H. Vine and water a short review. **Journal International Des Sciences De La Vigne Et Du Vin**, Paris, v. 38, n. 1, p. 1-13, 2004.

DELOIRE, A.; OJEDA, H.; ZEBIC, O.; BERNARD, N.; HUNTER, J. J.; CARNONNEAU, A.. Influence of grapevine water status on the style of wine. **Le Progrès Agricole et Viticole**, Paris, v. 122, n. 21, p. 455-462, 2005.

DONOVAN, L. A.; RICHARDS, J. H.; LINTON, M. J. Magnitude and mechanisms of disequilibrium between predawn plant and soil water potentials. **Ecology**, Durham, v. 84, n. 2, p. 463-470, 2003.

DRY, P. R.; LOVEYS, B. R. Grapevine shoot growth and stomatal conductance are reduced when part of the root system is dried. **Vitis: journal of grapevine research**, Siebeldingen, v. 38, n. 4, p. 151-156, 1999.

ESCALONA, J. M.; FLEXAS, J.; MEDRANO, H. Stomatal and non-stomatal limitations of photosynthesis under water stress in field-grown grapevines. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v. 26, n. 5, p. 421-433, 1999.

FALCETTI, M.; STRINGARI, G.; BOGONI, M.; SCIENZA, A. Relationships among pedo-climatic conditions, plant available water and nutritional status of grapevines. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 383, p.289-297, Oct. 1995.

FARQUHAR, G. D.; O'LEARY, M. H.; BERRY, J. A. On the relationship between carbon isotope discrimination and the intercellular carbon dioxide concentration in leaves. **Australian Journal of Plant Physiology**, Melbourne, v. 9, n. 2, p. 121-137, 1982.

FARINEAU, J.; MOROT-GAUDRY, J. F. **La photosynthèse : processus physiques, moléculaires et physiologiques**. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique, 2006. 403 p.

FERREYRA, R.; SELLES, G.; PERALTA, J.; BURGOS, L.; VALENZUELA, Y. L. Efectos de la restricción del riego en distintos períodos de desarrollo de la vid CV. Cabernet Sauvignon sobre producción y calidad del vino. **Agricultura Técnica**, Santiago, v. 62, n. 2, p. 406-417, jul. 2002.

FERREYRA, R.; SELLÉS, G.; RUIZ, R. S.; SELLÉS, I. M. Effect of water stress induced at different growth stages on grapevine cv. Chardonnay on production and wine quality. IV International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 664, p. 233- 236, Dec. 2004.

FLEXAS, J.; MEDRANO, H. Drought-inhibition of photosynthesis in C3 plant: Stomatal and non-stomatal limitations revisited. **Annals of Botany**, London, v. 89, n. 2, p.183-189, 2002.

FREEMAN, B. M.; KLIEWER, W. M. Effect of irrigation crop level and potassium fertilization on Carignane vines: (II) grape and wine quality. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 34, n. 3, p. 197-207, Sept. 1983.

GAUDILLÈRE, J. P.; LEUWWEN, C. van; OLLAT, N. Carbon isotope composition of sugars in grapevine, an integrated indicator of vineyard water status. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 53, n. 369, p. 757-763, Apr. 2002.

GINESTAR, C.; EASTHAM, J.; GRAY, S.; ILAND, P. Use of sap-flow sensors to schedule vineyard irrigation: (II) effects of post-veraison water deficits on composition of shiraz grapes. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 49, n. 4, p. 421-428, Dec. 1998.

GIRONA, J.; MATA, M.; DEL CAMPO, J.; ARBONÉS, A.; BARTRA, E.; MARSAL, J. The use of midday leaf water potential for scheduling deficit irrigation in vineyards. **Irrigation Science**, New York, v. 24, n. 2, p. 115-127, Jan. 2006.

GIRONA, J.; MATA, M.; GOLDHAMER, D. A.; JOHNSON, R. S.; DEJONG, T. M. Patterns of soil and tree water status and leaf functioning during regulated deficit irrigation scheduling in peach. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 118, n. 5, p.580-586, Sept. 1993.

GOLDHAMER, D. A.; FERERES, E.; COHEN, M.; GIRONA, J.; MATA, M. Comparison of continuous and discrete plant-based monitoring for detecting tree water deficits and barriers to grower adoption for irrigation management. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 537, p.431-445, Oct. 2000.

GOLDHAMER, D. A.; FERERES, E.; MATA, M.; GIRONA, J.; COHEN, M. Sensitivity of continuous and discrete plant and soil water status monitoring in peach trees subjected to deficit irrigation. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v.124, n. 4, p.437-444, July 1999.

GOLDHAMER, D. A.; VIVEROS, M. Effects of preharvest irrigation cutoff durations and postharvest water deprivation on almond tree performance. **Irrigation Science**, New York, v. 19, n. 3, p. 125-131, June 2000.

GONZÁLEZ-ALTOZANO, P.; CASTEL, J. R. Regulated deficit irrigation in “Clementina de Nules” citrus trees: (I) yield and fruit quality effects. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, Kent, v. 74, n. 6, p. 706-713, 1999.

GRANIER, C.; INZE, D. ; TARDIEU, F. Spatial distribution cell division rate can be deduced from that of P34cdc2 kinase activity in maize leaves grown in contrasting conditions of temperature and water status. **Plant Physiology**, Washington, v. 124, n. 3, p. 1393-1402, Mar. 2000.

GREENSPAN, M.D.; SCHULTZ, H. R.; MATTHEWS, M A. Field evaluation of water transport in grape berries during water deficit. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v. 97, n.1, p.55-62, Jan. 1996.

GUILLOUX, M. **Évolution des composés phénoliques de la grappe pendant la maturation du raisin** : influence des facteurs naturels. 1981. 125p. Thèse (3e Cycle) - Université de Bordeaux II, Bordeaux.

GUPTA, S. A.; BERKOWITZ, G. A. Osmotic adjustment, symplast volume, and nonstomatally mediated water stress inhibition of photosynthesis in wheat. **Plant Physiology**, Washington, v. 85 n. 4, p. 1040-1047, Apr. 1987.

GUROVICH, L.; PÁEZ, C. Influencia del riego deficitario controlado sobre el desarrollo de las bayas y la composición química de los mostos y vinos. **Ciencia e Investigación Agraria**, Santiago, v. 31, n. 3, p. 175-786, set./dez. 2004.

GUROVICH, L.; VERGARA, M. Riego deficitario controlado: la clave para La expresión del terroir de vinos premium. In: SEMINARIO INTERNACIONAL DE MANEJO DE RIEGO Y SUELO EN VIDES PARA VINO Y MESA, 2005, Santiago. **Proceedings...** Santiago: Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2005 p. 165-186.

HARDIE, W.; CONSIDINE, J. Response of grapes to water deficit stress in particular stages of development. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 27, n. 2, p. 55-61, June 1976.

HARDIE, W.; MARTIN, S. A strategy for vine growth regulation by soil water management. In: AUSTRALIAN WINE INDUSTRY TECHNICAL CONFERENCE, 7., 1989, Adelaide. **Proceedings...** Adelaide: VINPAC, 1990. p. 51-67.

INLAND NORTHWEST RESEARCH ALLIANCE. Idaho Falls, 2010.
Disponível em: <ww.montpellier.inra.fr/vassal/ressources/fichesvarietales>.
Acesso em: 17 jan. 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Bebidas alcoólicas fermentadas: vinho.**
In: _____. Normas analíticas: métodos químicos e físicos para análise dos alimentos. 2. ed. São Paulo, 1985. p. 273-280.

INTRIGLIOLO, D. S.; CASTEL, J. R. Continuous measurement of plant and soil water status for irrigation scheduling in plum. **Irrigation Science**, New York, v. 23, n. 2, p. 93-102, May 2004.

JACKSON D.I. AND P.B. LOMBARD. Environmental and management practices affecting grape composition and wine quality. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 44, n. 4, p. 409-430, Dec. 1993.

KATERJI N.; HALLAIRE M. Les grandeurs de référence utilisables dans l'étude de l'alimentation en eau des cultures. **Agronomie**, Paris, v. 4, n. 10, p. 999-1008, 1984.

KIANI, P. S.; TALIA, P. ; MAURY, P. ; GRIEU, P. ; HEINZ, R.; PERRAULT, A.; NISHINAKAMASU, V.; HOPP, E.; GENTZBITTEL, L.; PANIEGO, N.; SARRAFI, A. Genetic analysis of plant water status and osmotic adjustment in recombinant inbred lines of sunflower under two water treatments. **Plant Science**, Limerick, v. 172, n. 4, p. 773-787, Apr. 2007.

KIM, J. Y.; MAHE, A.; BRANGEON, J.; PRIOUL, J. L. A maize vacuolar invertase, IVR2, is induced by water stress Organ/tissue specificity and diurnal modulation of expression. **Plant Physiology**, Washington, v. 124, n. 1, p. 71-84, Jan. 2000.

KOUNDOURAS, S. ; LEEUWEN, C. V. ; SEGUIN, G. ; GLORIES, Y. Influence de l'alimentation en eau sur la croissance de la vigne, la maturation des raisins et les caractéristiques des vins em zone méditerranéenne (exemple de Némée, Grèce, cépage Saint-Georges, 1997). **Journal International des Sciences de la Vigne et Du Vin**, Paris, v. 33, p. 143-160, 1999.

KRAMER, P. J.; BOYER, J. S. **Water relations of plants and soils**. California: Academic, 1995. 482p.

LEÃO, P. C. S.; SOARES, J. M.; RODRIGUES, B. L. Principais cultivares. In: SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. de S. (Ed.). **A vitivicultura no semiárido brasileiro**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. cap. 5, p. 149-214.

LEBON, E.; PELLEGRINO, A.; LOUARN, G.; LECOEUR, J. Branch development controls leaf area dynamics in grapevine (*Vitis vinifera*) growing in drying soil. **Annals of Botany**, London, v. 98, n. 2, p.175-185, Feb. 2006.

LEBON, E.; PELLEGRINO, A. ; TARDIEU, F. ; LECOEUR, J. Shoot development in grapevine is affected by the modular branching pattern of the stem and intra and inter-shoot trophic competition. **Annals of Botany**, London, v. 93, n. 3, p. 263-274, Mar. 2004.

LECOEUR, J.; WERY, J.; TURC, O.; TARDIEU, F. Expansion of pea leaves subjected to short water deficit: cell number and cell size are sensitive to stress at different periods of leaf development. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 46, n. 9, p. 1093-1101, Sept. 1995.

LEEUWEN, C. V.; SEGUIN, G. Incidences de l'alimentation en eau de la vigne, appréciée par l'état hydrique du feuillage, sur le développement de l'appareil végétatif et la maturatio du raisin (*Vitis vinifera* Variété Cabernet Franc, Saint-Emilion 1990). **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, Paris, v. 28, p. 81-110, 1994.

LEON, P.; SHEEN, J. Sugar and hormone connections. **Trends in Plant Science**, Oxford, v. 8, n. 3, p. 110-116, Mar. 2003.

LOWLOR, D. W. Limitation to photosynthesis to water stressed leaves: stomata vs. metabolism and the role of ATP. **Annals of Botany**, London, v. 89, n. 7, p. 871-885, June 2002. Supplement.

LOWLOR, D. W.; CORNIC, G. Photosynthetic carbon assimilation and associated metabolism in relation to water deficits in higher plants. **Plant, Cell & Environment**, Oxford, v. 25, n. 191, p. 275-294, Feb. 2002.

MATTHEWS, M. A.; D BOYER, J. S. Acclimation of photosynthesis to low leaf water potentials. **Plant Physiology**, Washington, v. 74, n. 1, p. 161-166, Jan.1984.

MCCARTHY, M. G. Developmental variation in sensitivity of *Vitis vinifera* L. (Shiraz) berries to soil water deficit. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 6, n. 2, p. 136-140, July 2000.

MCCARTHY, M. G. The effect of transient water deficit on berry development of cv. Shiraz (*Vitis vinifera* L). **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 3, n. 3, p. 102-108, Sept. 1997.

MCCARTHY, M. G.; LOVEYS, B. R.; DRY, P. R. **Regulated deficit irrigation and partial rootzone drying as irrigation practices**: water reports 22. Rome: FAO, 2000.

MPELASOKA, B. S.; BEHBOUDIAN, M. H.; GREEN, S. R. Water use, yield and fruit quality of lysimeter-grown apple trees: responses to deficit irrigation and to crop load. **Irrigation Science**, New York, v. 20, n. 3, p. 107-113, July 2001.

MUÑOZ, R.; PEREZ, J.; PSZCZÓLKOWSKI, P. H.; BORDEU, E. Influencia del nivel de carga y microclima sobre la composición y calidad de bayas, mosto y vino de Cabernet-Sauvignon. **Ciencia e Investigación Agrária**, Santiago, v. 29, n. 2, p.115-125, maio/ago. 2002.

NAOR, A.; COHEN, S. The sensitivity and variability of maximum trunk shrinkage, midday stem water potential, and transpiration rate in response to withholding of irrigation in field-grown apple trees. **HortScience**, Alexandria, v. 38, n. 4, p. 547-551, July 2003.

OJEDA, H. Rega qualitativa de precisão da vinha. **Revista Internet de Viticultura e Enologia**, 2007. Disponível em: <<http://www.infowine.com/default.asp?scheda=5481>>. Acesso em: 11 jun. 2007.

OJEDA, H.; ANDARY, C.; KRAEVA, E.; CARBONNEAU, A.; DELOIRE, Y. A. Influence of pre- and postveraison water deficit on synthesis and concentration of skin phenolic compounds during berry growth of *Vitis vinifera* cv. Shiraz. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 53, n. 4, p. 261-267, Dec. 2002.

OJEDA, H.; DELOIRE, A.; CARBONNEAU, A. Influence of water deficits on grape berry growth. **Vitis: Berichte über rebenforschung**, Siebeldingen, v. 40, n. 3 p.141-145, 2001.

OFFICE INTERNATIONAL DE LA VIGNE ET DU VIN. **Recueil des méthodes internationales d'analyse des vins et des moûts**. Paris, 1990. 368 p.

PARRY, M. A. J.; FLEXAS, J.; MEDRANO, H. Prospects for crop production under drought: research priorities and future directions. **Annals of Applied Biology**, Warwick, v. 147, n. 3, p. 211-226, Apr. 2005.

PATAKAS, A.; NOITSAKIS, B. Leaf age effects on solute accumulation in water-stressed grapevines. **Journal of Plant Physiology**, Stuttgart, v. 158, n. 1, p. 63-69, 2001.

PATAKAS, A.; NOITSAKIS, B.; CHOUZOURIC, A. Optimization of irrigation water use in grapevines using the relationship between transpiration and plant water status. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 106, n. 2/3, p. 253-259, Apr. 2005.

PEREIRA, G. E.; CAMARGO, U. A.; GUERRA, C. C.; BASSOI, L. H. Técnicas de manejo e vinificação em condições de clima tropical. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE VITIVINICULTURA DO SUBMÉDIO SÃO FRANCISCO, Petrolina. **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008b. p.16.

PEREIRA, G. E.; GUERRA, C. C.; MANFROI, L. Vitivinicultura e enologia. In: SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. de S. (Ed.). **A vitivinicultura no semiárido brasileiro**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. cap. 16, p. 678-724.

PEREIRA, G.E.; SANTOS, J. de O.; GUERRA, C.C.; ALVES, L.A. Evaluation of grape and wine quality according to harvest date, in a tropical region in Northeast Brazil. In: CONGRÈS INTERNATIONAL DES TERROIRS VITICOLES, 7., 2008, Nyon. **Proceedings...** Nyon: International Internet Site of the Geoviticulture, 2008a. p. 536-539.

PEREIRA, G. E.; SOARES, J. M.; ALENCAR, Y. C. L.; GUERRA, C. C.; LIRA, M. M. P.; LIMA, M. V. D. de; SANTOS, J. de O. Rootstock effects on quality of wines produced under tropical climate in Northeast Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM GESCO, 15.; 2007, Porec. **Proceedings...** Porec: Food Control, 2007. p. 378-383.

PETRIE, P. R.; COOLEY, N. M.; CLINGELEFFER, P. R. The effect of post-veraison water deficit on yield components and maturation of irrigated Shiraz (*Vitis vinifera* L.) in the current and following season. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v.10, n.3, p.203-215, Oct. 2004.

REMORINI, D.; MASSAI, R. Comparison of water status indicators for young peach trees. **Irrigation Science**, New York, v. 22, n. 1, p.39-46, Jan. 2003.

PEYNAUD, E. **Connaissance et travail du vin**. 2. ed. Paris: Dunod, 1997. 341p.

PEYNAUD, E. **Enologia prática: conhecer e trabalhar o vinho**. Lisboa: Litexa, 1993. 350p.

PEYNAUD, E. **Enologia práctica: conocimiento y elaboración del vino**. Madrid: Mundi-Prensa, 1984. 405p.

REYNIER, A. **Manuel de viticulture**. Paris: Technique et Documentation, 2003. 548 p.

RIBEREAU-GAYON, J.; PEYNAUD, E.; RIBEREAU-GAYON, P. **Sciences et techniques du vin**. Paris: Dunod, 1976. v. 1.

ROGIERS, S. Y.; GREER, D. H.; HUTTON, R. J.; LANDSBERG, J. J. Does night-time transpiration contribute to anisohydric behaviour in a *Vitis vinifera* cultivar? **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 60, n. 13, p. 3751-3763, Sept. 2009.

RUIZ-SANCHEZ, M. C.; DOMINGO, R.; TORRECILLAS, A.; PEREZ-PASTOR, A. Water stress preconditioning to improve drought resistance in young apricot plants. **Plant Science**, Limerick, v. 156, n. 2, p. 245-251, June 2000.

SAAB, I. N.; SHARP, R. E. Non-hydraulic signals from maize roots in drying soil: inhibition of leaf elongation but not stomatal conductance. **Planta**, Berlin, v. 179, n. 4, p. 466-474, Nov. 2004.

SANTOS, T. P.; LOPES, C. M.; RODRIGUES, M. L.; SOUZA, C. R.; MAROCO, J. P.; PEREIRA, J. S.; SILVA, J. R.; CHAVES, M. M. Partial rootzone drying: effects on growth, and fruit quality of field-grown grapevines (*Vitis vinifera* L.). **Functional Plant Biology**, Victoria, v. 30, n. 6, p. 663-671, 2003.

SANTOS, T. P.; LOPES, C. M.; RODRIGUES, M. L.; SOUZA, C. R.; RICARDO-DA-SILVA, J. M.; MAROCO, J. P.; PEREIRA, J. S.; CHAVES, M. M. Effects of partial root-zone drying irrigation on cluster microclimate and fruit composition of fieldgrow Castelaõ grapevines. **Vitis: journal of grapevine research**, Siebeldingen, v. 44, p.117-125, 2005.

SAUTER, A.; DAVIES, W. J.; HARTUNG, W. The long-distance abscisic acid signal in the droughted the fate of the hormone on its way from root to shoot. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 52, n. 363, p. 1991-1997, Oct. 2001.

SCHOLANDER, P. F.; HAMMEL, H. T.; BRANDSTREET, E. T.; HEMMINGSEN, E. A. Sap pressure in vascular plants. **Science**, Durham, v. 148, n. 3668, p. 339-346, 1965.

SELLES, G.; BERGER, A. Physiological indicators of plant water status as criteria for irrigation scheduling. **Acta Horticulturae**, The Hague, v. 278, p. 87-100, June 1990.

SELLÉS, V.; FERREYRA, E.; MALDONADO, R. Cámara de presión: instrumento para controlar el riego a través de mediciones del estado hídrico de las plantas. **Aconex**, Santiago, v. 76, p.18-22, jul./set. 2002.

SHARP, R.E. Interaction with ethylene: changing views on the role of abscisic acid in root and shoot growth responses to water stress. **Plant, Cell & Environment**, Oxford, v. 25, n. 2, p.211-222, Feb. 2002.

SHELLIE, K. Vine and berry response of Merlot (*Vitis vinifera* L.) to differential water stress. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 57, n. 4, p. 514-518, Dec. 2006.

SHULTZ, H. R.; MATTHEWS, M. A. Xylem development and hydraulic conductance in sun and shade shoots of grapevine (*Vitis vinifera* L.): evidence that low light uncouples water transport capacity from leaf area. **Planta**, Berlin, v. 190, n. 3, p.393-406, June 1993.

SMART, R. E.; COOMBE, B. G. Water relation of grapevines. In: KOZLOWSKI, T. T. (Ed.). **Water deficits and plant growth**. New York: Academic, 1983. v. 7, p. 137-196.

SOAR, C. J.; LOVEYS, B. R. The effect of changing patterns in soil-moisture availability on grapevine root distribution, and viticultural implications for converting full-cover irrigation into a point-source irrigation system. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, Adelaide, v. 13, n. 2, p. 2-13, July 2007.

SOARES, J. M.; COSTA, F. F. da. Irrigação. In: SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. de S. (Ed.). **A vitivicultura no semiárido brasileiro**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. cap. 9, p. 350-427.

SOARES, J. M.; COSTA, F. F. da; NASCIMENTO, T. **Recomendações básicas para o manejo de água em fruteiras**. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 2006. (Circular Técnica, 82).

SOUZA, C. R.; BASSOI, L. H.; LIMA, M. P.; SILVA, F. F. S.; VIANA, L. H.; DANTAS, B. F.; PEREIRA, M. S.; RIBEIRO, P. R. A. Water relations of field-grown grapevines in the São Francisco valley, Brazil, under different rootstocks and irrigation strategies. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 66, n. 4, p. 436-446, July 2009.

SOUZA, C. R.; MAROCO, J. P.; SANTOS, T.; RODRIGUES, M. L.; LOPES, C.; PEREIRA, J. S.; CHAVES, M. M. Control of stomatal aperture and carbon uptake by deficit irrigation in two grapevine cultivars. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 106, n. 2/3, p. 261-274, Apr. 2005a.

SOUZA, C. R.; MAROCO, J. P.; SANTOS, T.; RODRIGUES, M. L.; LOPES, C.; PEREIRA, J. S.; CHAVES, M. M. Impact of deficit irrigation on water use efficiency and carbon isotope composition ($\delta^{13}C$) of field-grown grapevines under Mediterranean climate. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 56, n. 418, p. 2163-2172, Aug. 2005b.

SOUZA, C. R.; MAROCO, J. P.; SANTOS, T.; RODRIGUES, M. L.; LOPES, C.; PEREIRA, J. S.; CHAVES, M. M. Partial rootzonedrying: regulation of stomatal aperture and carbon assimilation in field grown grapevines (*Vitis vinifera* cv. Moscatel). **Functional Plant Biology**, Victoria, v. 30, n. 6, p. 653-662, 2003.

SRINIVASAN, C.; MULLINS, M.G. Physiology of flowering in the grapevine. **American Journal of Enology and viticulture**, Davis, v.32, n.1, p.47-63, Mar. 1981.

TARDIEU, F.; SIMONEA, U. Variability among species of stomatal control under fluctuating soil water status and evaporative demand: modeling isohydric and anisohydric behaviours. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 49, n. 320, p. 419-432, Mar. 1998. Edição Especial.

TARDIEU, F.; ZHANG, J.; GOWING, D. J. D. A model of stomatal control by both ABA concentration in the xylem sap and leaf water status: test of the model and of alternative mechanisms for droughted and ABA-fed field-grown maize. **Plant Cell & Environment**, Oxford, v. 16, n. 4, p. 413- 420, May 1993.

TEIXEIRA, A. H. de C.; BASSOI, L. H.; SILVA, T. G. F. da. Estimativa da evapotranspiração da videira para vinho utilizando a balanço de energia e a metodologia proposta pela FAO. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 13. 2003, Juazeiro. **Anais...Juazeiro**: ABID, 2003. CD- ROM.

WAMPLE, R.; SMTHYMAN, R. Regulated deficit irrigation as a water management strategy in vitris vinifera production. In: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Deficit irrigation practices**. Rome, 2000. (División de información FAO, Report, 22). Disponível em: <http://www.fao.org/documents/show_cdr.asp?url_file=/docrep/004/Y3655E/y3655e02.htm>. Acesso em : 14 dez. 2009.

WILLIAMS, L. E.; ARAUJO, F. J. Correlations between predawn leaf, midday leaf, and midday stem water potential and their correlations with other measures of soil and plant water status in *Vitis vinifera*. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 127, n. 3, p. 448-454, May 2002.

WILLIAMS, L. E.; DOKOOZLIAN, N. K.; WAMPLE, R. L. **Handbook of environmental physiology of fruit crops: temperate crops**. Boca Raton: CRC, 1994. 368p.

WU, Y.; COSGROVE, D. J. Adaptation of roots to low water potentials by changes in cell wall extensibility and cell wall proteins. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 51, n. 350, p. 1543-1553, Sept. 2000.

ZYL J. L. van. Diurnal variation en grapevine water stress as a function of changing soil water status and metreological conditions. **South African Journal of Enology and Viticulture**, Stellenbosch, v. 8, n. 1, p. 45-52, 1987.

ZYL, J. L. van. Response of Colombar grapevines to irrigation as regards quality aspects and growth. **South African Journal of Enology and Viticulture**, Stellenbosch, v. 5, n. 1, p. 19-28, 1984.