



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

Felipe Eduardo Soares de Andrade

**MICROCLIMA, EFICIENCIA NO USO DA AGUA E
RENTABILIDADE ECONOMICA DA VIDEIRA 'ITÁLIA
MUSCAT' NO SUBMEDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO**

JUAZEIRO – BA
2017

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

Felipe Eduardo Soares de Andrade

**MICROCLIMA, EFICIENCIA NO USO DA AGUA E
RENTABILIDADE ECONOMICA DA VIDEIRA 'ITÁLIA
MUSCAT' NO SUBMEDIO DO VALE DO SÃO FRANCISCO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UNIVASF, concentração em Agrometeorologia, como requisito para a obtenção do título de mestre em Engenharia Agrícola.

Prof. Orientador: Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão.

JUAZEIRO – BA
2017

	Andrade, Felipe E. S. de
A553m	Microclima, eficiência do uso da água e rentabilidade econômica da videira Itália Muscat no Submédio do Vale do São Francisco / Felipe Eduardo Soares de Andrade. – Juazeiro, 2017.
	x, 75 f.: il.; 29 cm.
	Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro, Juazeiro, 2017.
	Orientador: Prof. Dr. Mario de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão
	1. Irrigação Agrícola. 2. Uvas - cultivo. 3. Viticultura. I. Título. II. Leitão, Mario de Miranda Vilas Boas Ramos. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.
	CDD 631.587

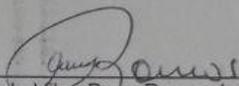
UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
MESTRADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

FOLHA DE APROVAÇÃO

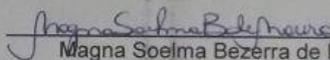
Felipe Eduardo Soares de Andrade

**“MICROCLIMA, EFICIÊNCIA DO USO DA ÁGUA E RENTABILIDADE
DA VIDEIRA ‘ITÁLIA MUSCAT’ NO SUBMÉDIO DO VALE DO SÃO
FRANCISCO.”**

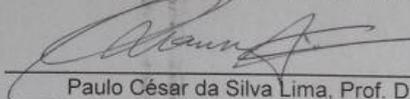
Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação *Strito Sensu* em Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, como requisito parcial para obtenção do título de mestre.



Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão, Prof. D.Sc.
UNIVASF/CPGEA



Magna Soelma Bezerra de Moura, D.Sc.
Embrapa Semiárido/UNIVASF



Paulo César da Silva Lima, Prof. D.Sc.
CEAGRO/UNIVASF

Juazeiro-BA, 17 de Outubro de 2017.

A meu irmão, Luís Ricardo Soares de Andrade (*In memoriam*), com amor e respeito,
DEDICO.

“Se você quer praticar o mal, a ciência pode lhe prover as mais poderosas armas; mas igualmente, se você deseja fazer o bem, a ciência também lhe põe nas mãos as mais poderosas ferramentas”

Richard Dawkins

AGRADECIMENTOS

A minha mãe, Rosana de Andrade Martins, pelo sólido investimento em minha educação e por estar comigo nos momentos mais importantes.

Ao Dr. Professor Mário de Miranda Ramos Vilas Boas Leitão pela orientação, paciência e pelos preciosos ensinamentos. Muito obrigado.

Ao técnico Manoel Gregório Lima Pinto pelos ensinamentos e tempo dedicado a montagem e manutenção dos experimentos.

Aos meus grandes amigos, José Michael da Silva Araújo, Denys Anselmo de Lima, Carla Caroline Silva Cardoso, Layanne da Silva Sousa e Euvaldo Siqueira Junior, pela preciosa amizade e apoio moral.

Ao programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da UNIVASF pela oportunidade do mestrado.

A Fazenda Agropecuária Águia do Vale, na pessoa de Jackson Rosendo, pela concessão da área experimental, também de fundamental importância à execução dessa pesquisa.

A CAPES, pelo auxílio financeiro, importante à minha dedicação e consequente êxito neste trabalho. A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a execução deste trabalho.

Andrade, Felipe Eduardo Soares de. **Microclima, eficiência no uso da água e rentabilidade econômica da videira 'Itália muscat' no Submédio do vale do São Francisco**/ Felipe Eduardo Soares de Andrade. – Juazeiro, 2017.

RESUMO GERAL

O presente trabalho teve como objetivo estudar as condições microclimáticas e o manejo da irrigação de um parreiral de uva de mesa, cv. Itália muscat, na microrregião do Submédio do Vale do São Francisco, visando melhorar a produtividade e a rentabilidade econômica da viticultura de mesa, fazendo-se o manejo da irrigação com base na determinação da evapotranspiração de forma mais precisa, a partir de variáveis climáticas. A pesquisa foi conduzida na fazenda Agropecuária Águia do Vale, no município de Petrolina-PE, no segundo semestre de 2016. Foram avaliados quatro tratamentos com diferentes aplicações de água de irrigação, sendo: T1, a parcela irrigada de forma convencional ou testemunha; T2, a parcela irrigada com base na lâmina de 90% da ET_0 ; T3 a parcela irrigada com base em lâmina de 100% da ET_0 e; T4 a parcela irrigada com base em lâmina de 110% da ET_0 . A ET_0 foi calculada com base na equação de Penman-Montheith, parametrizada e recomendada pela Organização da Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). Associado a isso, foram adotados para os tratamentos T2, T3 e T4 coeficientes de cultura (K_c) ajustados localmente. Avaliaram-se os parâmetros: peso médio de cachos (kg), produção média de cachos por planta (PMCP), número médio de cachos por planta (NMPC), produtividade ($t\ ha^{-1}$), eficiência do uso da água (EUA, $kg.m^{-3}$) e os indicadores econômicos: Receita bruta e líquida, Relação benefício/Custo (B/C), Ponto de nivelamento ou equilíbrio econômico (PE) e Margem de segurança (MS). Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (DIC) com vinte repetições. As lâminas de irrigação foram analisadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade e regressão. Para levantamento e comparação das condições microclimáticas, estações meteorológicas automáticas foram instaladas sobre e na área externa próximo do parreiral o que possibilitou obter para as duas áreas medidas da radiação solar global (R_g), radiação refletida (R_r), radiação atmosférica (R_a) e radiação emitida pela superfície (R_s), temperatura do ar (T_m), umidade relativa do ar (UR), velocidade do vento (V_v) e precipitação pluviométrica (P). A partir destes dados foram determinados os balanços de radiação geral (R_n), de ondas curtas (BOC) e de ondas longas (BOL), bem como avaliados os dados microclimáticos através de análise

de regressão e estatística descritiva. As lâminas aplicadas em cada tratamento foram: T1 = 638,3 mm, T2 = 548,0 mm, T3 = 563,4 mm e T4 = 598,0 mm. Houve diferença significativa entre as variáveis: produtividade, peso médio de cachos, produção por planta, o diâmetro e largura de bagas e o teor de sólidos solúveis. As produtividades estimadas para T1, T2, T3 e T4 foram de 28,65 ton.ha⁻¹; 25,5 ton.ha⁻¹, 32,00 ton.ha⁻¹ e 33,86 ton.ha⁻¹, respectivamente. T4 apresentou bagas com maior teor médio de sólidos solúveis totais (17,3 °Brix), seguido de T2 (15,6 °Brix), T3 (15,1 °Brix) e T1 (15,0 °Brix). O tratamento T4 também apresentou a maior produtividade, uva com alto teor de sólidos solúveis totais e gerou a maior receita líquida (R\$ 72.518,46 ha⁻¹), seguido por T3 (R\$ 66.938,45 ha⁻¹), T1 (R\$ 56.738,45 ha⁻¹) e T2 (R\$ 47.438,45 ha⁻¹). As variáveis microclimáticas nos quatro tratamentos apresentaram valores bem semelhantes, apesar de mostrar diferença significativa em alguns estádios de desenvolvimento. Tm, Tx, Tn, URx, URn, Vv sobre a videira e sobre na área estação, respectivamente (26,5 °C, 37,2°C, 20,6 °C, 78,6 %, 26,9 %, 2,3 m s⁻¹) e (26,4°C, 33,1 °C, 20,3 °C, 78,7 %, 26,7 %, 2,2 m.s⁻¹). As variáveis BOC, Rn e Rr apresentaram boa correlação com a radiação solar global, apresentando R² superior a 0,82, permitindo que estas variáveis sejam estimadas através de equações parametrizadas.

Palavras-chave: Irrigação, condições microclimáticas, uvas finas de mesa.

Andrade, Felipe Eduardo Soares de. **Microclimate, efficiency in water use and economic profitability of the 'Italy muscat' grapevine in the San Francisco valley** / Felipe Eduardo Soares de Andrade. – Juazeiro, 2017.

ABSTRACT

The present work had as objective to study the microclimatic conditions and the irrigation management of a table grape vineyard, cv. Italy muscat in the sub-micro region of the São Francisco Valley, aiming to improve the productivity and economic profitability of table viticulture, making irrigation management based on the determination of evapotranspiration more precisely, based on climatic variables. The research was conducted at the Agropecuária Águia do Vale farm, in the municipality of Petrolina-PE, in the second half of 2016. Four treatments with different irrigation water applications were evaluated: T1, the plot irrigated in conventional or control; T2, the irrigated plot based on the 90% ETo blade; T3 the irrigated plot based on 100% ETo blade; T4 was the irrigated plot based on a 110% ETo blade. The ETo was calculated based on the Penman-Montheith equation, parameterized and recommended by the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Associated with this, locally adjusted coefficients of culture (Kc) were adopted for T2, T3 and T4 treatments. The parameters were: mean bunches weight (kg), average bunches production per plant (PMCP), average number of bunches per plant (NMPC), productivity ($t \cdot ha^{-1}$), water use efficiency $kg \cdot m^{-3}$) and economic indicators: Gross and net revenue, Benefit/Cost Ratio (B/C), Level of balance or economic balance (PE) and Safety Margin (MS). The completely randomized design (DIC) with twenty replicates was used. The irrigation slides were analyzed by the Tukey test at the 5% level of probability and regression. In order to survey and compare the microclimatic conditions, automatic meteorological stations were installed on and near the vineyard area, which allowed to obtain for the two areas measured the global solar radiation (Rg), reflected radiation (Rr), atmospheric radiation (Ra) and (Rs), air temperature (Tm), relative air humidity (RH), wind velocity (Vv) and rainfall (P). From these data the general (Rn), shortwave (BOC) and longwave (BOL), as well as the microclimate data were evaluated through regression analysis and descriptive statistics. The slides applied in each treatment were: T1 = 638.3 mm, T2 = 548.0 mm, T3 = 563.4 mm and T4 = 598.0 mm. There was a significant difference between the variables: yield, mean weight of bunches, yield per plant, berry diameter and width and soluble solids content.

The estimated productivities for T1, T2, T3 and T4 were 28.65 ton.ha⁻¹; 25.5 ton.ha⁻¹, 32.00 ton.ha⁻¹ and 33.86 ton.ha⁻¹, respectively. T4 presented berries with the highest total soluble solids content (17.3 °Brix), followed by T2 (15.6 °Brix), T3 (15.1 °Brix) and T1 (15.0 °Brix). T4 treatment also showed the highest productivity, grapes with high total soluble solids content and generated the highest net revenue (R\$ 72,518.46 ha⁻¹), followed by T3 (R\$ 66,938.45 ha⁻¹), T1 (R\$ 56,738.45 ha⁻¹) and T2 (R\$ 47,438.45 ha⁻¹). The microclimatic variables in the four treatments presented very similar values, despite showing a significant difference in some stages of development. (26.5 °C, 37.2 °C, 20.6 °C, 78.6%, 26.9%, Tm, Tx, Tn, URx, URn, Vv on the vine and on the 2.3 m.s⁻¹) and (26.4 °C, 33.1 °C, 20.3 °C, 78.7%, 26.7%, 2.2 m.s⁻¹). The variables BOC, Rn and Rr showed a good correlation with the global solar radiation, presenting R² higher than 0.82, allowing these variables to be estimated through parametrized equations.

Keywords: Irrigation, microclimatic conditions, table grapes.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
	2.1. Importância econômica da Viticultura no Submédio do Vale do Rio São Francisco.....	17
	2.2. Viticultura de mesa na região do Submédio do são Francisco.....	
	2.3. Participação no Mercado Externo	19
	2.5. Microclima da videira.....	28
	2.6. Eficiência no uso da água na videira.....	20
	2.6.1.Evapotranspiração	21
	2.3.1. Evapotranspiração de Referência (ET _o)	
3	ARTIGO I.....	47
	Resumo.....	37
	Abstract.....	38
	Introdução	39
	Material e métodos.....	40
	Resultados e Discussão	43
	Conclusões	51
	Referências bibliográficas	52
4	ARTIGO 2.....	
	Resumo.....	55
	Abstrack	56
	Introdução	56
	Material e métodos.....	57
	Resultados e discussão	61
	Conclusões	64
	Referências bibliográficas	65
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65

LISTA DE SÍMBOLOS

BOC = balanço de radiação de ondas curtas
 BOL = balanço de radiação de ondas longas
 e_a = pressão parcial do vapor de água
 e_s = pressão de saturação de vapor de água
 ET = evapotranspiração
 ET_c = evapotranspiração da cultura
 ET_o = evapotranspiração de referência
 FAO = Food and Agriculture Organization of the United Nations
 G = fluxo de calor no solo
 H = fluxos de calor sensível
 IAF = índice de área foliar
 K_c = coeficiente de cultura
 LE = fluxo de calor latente
 RSVSF = Região do Submédio do Vale do São Francisco
 R_a = radiação de onda longa emitida pela atmosfera
 R_{dir} = radiação direta
 R_{dif} = radiação difusa
 R_g = radiação de ondas curtas incidente ou radiação solar global
 R_s = radiação de ondas longas emitida pela superfície
 R_n = saldo de radiação
 R_r = radiação de ondas curtas refletida
 $R_r \cdot R_g^{-1}$ = albedo ou coeficiente de reflexão
 t_{bu} = temperatura de bulbo úmido
 t_{bs} = Temperatura de bulbo seco (temperatura do ar)
 T_m = temperatura média do ar
 V_v = velocidade média do vento
 Δt = diferença de temperatura do ar entre os níveis Z_1 e Z_2
 Δe = diferença da pressão de vapor de água entre os níveis Z_1 e Z_2
 γ = parâmetro psicrométrico

1. INTRODUÇÃO

A Região do Submédio do Vale do São Francisco (RSMSF), a qual engloba cidades dos estados da Bahia e Pernambuco, tem se destacado no cenário da fruticultura irrigada brasileira, participando ativamente no mercado internacional, respondendo por quase a totalidade das exportações de uvas finas de mesa, fazendo com que o Brasil alcance a 6^o colocação no ranking de produção entre 2016 e 2017, o que representa aproximadamente de 4,4% da produção mundial e demonstra sua importância para a balança comercial do agronegócio brasileiro, exercendo um papel social relevante para a região (USDA, 2017).

O cenário atual de produção de uvas na RSMSF tem como fatores determinantes o clima local e o uso da irrigação, e o sucesso da viticultura na região está associado, em boa parte, ao êxito dos trabalhos desenvolvidos por instituições de pesquisas estaduais e federais no sentido de adaptar o cultivo de videira a região, bem como dos crescentes investimentos dos setores público e privado em infraestrutura, principalmente nos perímetros públicos de irrigação. Por outro lado, a exportação deve-se a fatores relacionados à distribuição, ao transporte, aos corredores e aos relacionamentos com os elos que compõem a cadeia de escoamento (COELHO, 2012).

A RSMSF está geograficamente inserida no semiárido Brasileiro, mais precisamente entre os paralelos 9^o e 10^o de latitude Sul, onde as condições climáticas que destoam das encontradas nas regiões tradicionais de cultivo de uva, pois permitem a videira ter ciclo contínuo devido à disponibilidade e estabilidade da radiação solar, temperaturas elevadas e baixa incidência de patógenos, facultando as práticas de colheitas serem realizadas durante todo o ano e com produção de até duas safras e meia por ano, além de frutos de alta qualidade (DIAS & VITAL, 2012; OLIVEIRA FILHO, 2011). Devido às particularidades e diversidade de formas de cultivo da videira, as práticas de manejo cultural e da irrigação ainda são objeto de pesquisa.

Considerada consensualmente como essencial para quaisquer perspectivas do setor vitícola em regiões áridas e semiáridas, a irrigação é um meio eficaz para a regulação da disponibilidade de água e nutrientes para as videiras, sendo o seu manejo considerado um aspecto crítico, uma vez que pode alterar potencialmente a

fisiologia, a produtividade e a qualidade das uvas (BALINT & REYNOLDS, 2017; KRIEDEMANN & GOODWIN, 2012).

A deficiência hídrica severa durante o período inicial de crescimento da parreira e na maturação das bagas pode incorrer em redução no tamanho final dos frutos e no retardamento da maturação das bagas, afetando a coloração e favorecendo a queima das bagas pela radiação solar (AVILLA NETTO *et al.*, 2000). Porém, desde que aplicada de forma moderada, a irrigação deficitária pode melhorar a qualidade da uva (BALINT & REYNOLDS, 2013).

A água em excesso induz o crescimento desordenado dos componentes vegetativos, o que resulta, geralmente, em menor qualidade dos frutos, incluindo baixa cor, baixo teor de açúcares e compostos fenólicos e acidez desequilibrada de bagas. Combinado com temperaturas elevadas, excesso hídrico torna a cultura da videira muito susceptível a doenças fúngicas e pragas. Lâminas de irrigação superestimadas, além de aumentarem os custos com energia, reduzem a eficiência dos sistemas de irrigação, causando problemas com drenagem, perda de fertilizantes pela lixiviação, degradação do solo, contaminação de aquíferos. Além da irrigação, a fisiologia da videira é afetada significativamente pelo microclima formado entre a interação das condições de cultivo com o clima da região (BALINT & REYNOLDS, 2017; LIMA, 2011).

Fisiologicamente, a videira é dependente quanti e qualitativamente das variáveis climáticas, como a radiação solar, temperatura e umidade. Ramos que interceptam a radiação solar em maior quantidade apresentam melhor fecundidade e flores se desenvolvem normalmente e convertem-se em frutos de acordo com a exposição além de serem observadas também relações entre a radiação na região dos cachos, a maturação de bagas e o conteúdo de sólidos solúveis totais. A videira exige temperaturas próximas aos 30 °C nas fases de floração e maturação das bagas, para que a acidez não seja elevada. Sob baixa umidade relativa do ar, como nas regiões áridas e semiáridas, a transpiração é intensa nas horas mais quentes, podendo provocar o fechamento de estômatos como forma de defesa contra a perda excessiva de água (SANTOS, 2013; CHAVARRIA *et al.*, 2009).

O microclima da videira pode variar sensivelmente em função de fatores como o clima regional, a variedade ou cultivar, o manejo da irrigação, os tratos culturais, época de poda, a direção de plantio, espaçamento entre fileiras e entre plantas, técnica de condução das estruturas vegetativas, tipo de solo, topografia, latitude, altitude. (SANTOS *et al.*, 2015; RANA *et al.*, 2004).

Quando tecnologias, como o cultivo protegido, ou as práticas de manejo modificam o expressivamente o ambiente interno, como por exemplo, alterações no balanço de radiação e a transferência de água no sistema solo-planta-atmosfera, recomenda-se que a lâmina de irrigação seja estimada a partir de dados coletados internamente a estrutura ou que se ajustem os coeficientes de cultura (CONCEIÇÃO & MARIN, 2009; PIVETTA, 2007). Isto também é aplicado no manejo fitossanitário das culturas, uma vez que, dependendo das condições o uso de informações equivocadas pode gerar prejuízos econômicos, seja pela superestimação ou subestimação de produtos químicos e por danos fisiológicos causados as plantas.

Sabendo que, de forma geral, o conhecimento sobre os efeitos das interações entre os sistemas de condução, solo, variedade, irrigação sobre as condições microclimas, o consumo hídrico e os aspectos produtivos e qualitativos da videira nas condições edafoclimáticas da RSVSF ainda não estão plenamente conhecidos, e considerando que o sucesso da produção comercial de uva depende do correto manejo das variáveis que formam o microclima no parreiral e do adequado manejo da irrigação, objetivou-se neste estudo avaliar, as condições microclimáticas e o manejo da irrigação de um parreiral produtivo de uva de mesa “Itália Muscat”, tomando como base às variáveis microclimáticas medidas diretamente no parreiral e em uma estação meteorológica instalada junto à área, visando avaliar o efeito de diferentes lâminas de irrigação sobre a produtividade, qualidade e rentabilidade econômica nas condições edafoclimáticas do Submédio do Vale do São Francisco.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Viticultura no cenário Internacional e no Submédio do Vale do Rio São Francisco

Dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – USDA apontam que a produção mundial de uvas de mesa na safra 2016/2017 foi estimada em 22 milhões de toneladas. O principal produtor ainda permanece sendo a China, 10,0 milhões de toneladas, ou seja 45% da produção mundial. A absorção da produção pelo mercado interno na China é de aproximadamente 75%, mostrando também a grande influência no crescimento do consumo no mercado global, sendo esses valores são atribuídos, principalmente, ao aumento das áreas de cultivo proporcionado, principalmente, pelas condições favoráveis de tempo e de clima, baixos custos trabalhistas e alto padrão tecnológico empregado aos cultivos. O 2º maior produtor, a Turquia, apresentou produção estimada em para mais de 2,4 milhões. A União Europeia mantém a 3º maior produção, cerca de 1,7 milhões de toneladas, 61 mil toneladas a menos que o período anterior em decorrência de eventos climáticos adversos nos principais produtores, Itália e da Grécia, prevendo-se que as exportações diminuam para 84 mil toneladas, uma vez que os estoques disponíveis mais baixos levam a menos embarques para a Bielorrússia e o Oriente Médio. As importações foram estimadas em 640 mil (USDA, 2017).

Estima-se que o Brasil produziu cerca de 970.000 de toneladas de uvas de mesa, na safra 2016/2017, aproximadamente 4,4% da produção mundial, alcançando a 6º colocação no ranking internacional, colocando o País como um dos principais produtores (USDA, 2016). Com relação a exportação, entre janeiro e abril, os números mostram um aumento de 877% uma vez que entre janeiro e abril de 2016 os embarques foram de 0,26 mil toneladas, enquanto no igual período de 2017 o país exportou 2,51 mil toneladas de uva.

Já no segundo semestre, o fraco desempenho do mercado interno, que não tem absorvido grande parte da oferta, tem favorecido a exportação. Dessa forma, algumas empresas da região aumentaram o percentual que seria destinado à exportação no segundo semestre em relação ao ano anterior. Em setembro, os embarques somaram 5,2 mil toneladas, volume 33% maior que setembro de 2016. Esse cenário se deve à introdução, nos últimos anos, de novas variedades de uvas sem sementes, em

especial 'arra 15', 'BRS vitória' e 'sugar crisp'. Essa tendência também estimula a produção para o mercado interno, visto que, com o aumento dos envios, o volume disponível no País diminui, elevando-se o preço da fruta. Dentro desse cenário da fruticultura nacional, a região do Submédio do Vale do São Francisco, Pernambuco e Bahia, tem elevado sua participação nesse setor principalmente o município de Petrolina-PE, que responde pela quase totalidade das exportações (SECEX (2017) citado por SARMENTO *et al.*, 2017; MDIC/ALICEWEB, 2016).

De forma geral, esse cenário da fruticultura do Submédio do Vale do São Francisco no Mercado Nacional pode ser explicado pelas condições favoráveis de clima, de solo, a abundância de recursos hídricos, mão de obra e de investimentos públicos e privados os quais viabilizaram os empreendimentos.

A atividade agrícola no Vale do São Francisco, até o início da década de 1970, baseava-se predominantemente em culturas de ciclos curtos e de sequeiro, cujas produtividades eram bastante incipientes e de baixo valor agregado. Com o objetivo de aumentarem a renda da região, gerar novos empregos e, conseqüentemente, melhorar as condições de vida da população rural do Nordeste brasileiro, o cultivo da uva assim como de outras frutíferas foi introduzido pela Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco – CODEVASF (FONSECA *et al.*, 2010).

A concentração de investimentos públicos e privados, sobretudo em perímetros de irrigação no Submédio São Francisco, especialmente nos municípios de Petrolina-PE e Juazeiro-BA, cidades dotadas, historicamente, de infraestrutura, com forte representação política e várias instituições públicas, contribuiu para que a região se tornasse referência nacional em Fruticultura irrigada, a principal atividade econômica da região. Em razão disso, o cultivo da videira no Vale do São Francisco tem apresentado significativo aumento de exploração, respondendo atualmente, basicamente, pela totalidade das exportações de uva finas de mesa brasileiras (SARMENTO *et al.*, 2017).

De acordo com levantamento realizado pela Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba, 98,72% de toda a uva de mesa exportada no período de 2009 a 2015 foi proveniente do Submédio do Vale do São Francisco. Do ponto de vista socioeconômico, a fruticultura é a atividade que proporcionou a geração de 97 mil empregos diretos e 145 mil indiretos, totalizando 242 mil postos de trabalho em 2016, entre as diversas culturas perenes e anuais, registrando cerca de 2,5 empregos diretos.ha⁻¹ano⁻¹ (CODEVASF, 2017)

A manutenção de altos índices produtivos, econômicos e sociais da viticultura no vale do São Francisco tem demandado melhoria tecnológica e grande consumo de capital, seja pela exigência dos mercados importadores, introdução de novas variedades ou pelas recorrentes crises hídricas que pressionam o produtor e as instituições de pesquisa a buscarem uma alta produtividade física e rentabilidade econômica associadas a um uso eficiente da água e demais insumos.

2.2. Participação no Mercado Externo

O mercado internacional de uva de mesa é muito competitivo, tanto no tocante a qualidade quanto a preços, situação que obriga os produtores e exportadores brasileiros a executarem suas atividades de produção, beneficiamento e comercialização com alta eficiência técnica e econômica, com risco de perda de espaço no mercado mundial.

As exportações de uvas brasileiras concentram-se meses específicos do ano, sendo que o volume exportado atinge seu máximo nos meses de outubro e novembro, definindo bem o período de exportação da *comodity*. O que define as oportunidades de mercado para os produtores de uva de mesa do Vale do Submédio do São Francisco é a dificuldade em competir com os grandes fornecedores (Chile, Estados Unidos, África do Sul, Peru, China, Índia, Egito). Basicamente, quando é inverno na parte norte do planeta, a maior parte dos países daquele hemisfério não consegue produzir devido à diminuição da quantidade de radiação solar que chega a essas regiões além de outros fatores. No primeiro semestre, os principais fornecedores no mercado são Chile e África do Sul, enquanto que nos meses de junho e julho, o Egito domina o mercado. A safra europeia tem início em agosto. Dessa forma, os produtores do Submédio do Vale do São Francisco têm maiores oportunidades de comercializar sua produção no mercado externo a partir de outubro, aproveitando esta janela para vender suas frutas a preços mais elevados já que a oferta e a competição são restritas (JULIÃO *et al.*, 2017).

Os principais destinos da exportação de uvas brasileira é a União Europeia, destacando-se os Países Baixos e centros de redistribuição de frutas, como o Reino Unido, Noruega, Alemanha, Suécia, Itália e Lituânia. Na América do Norte, destacam-se os Estados Unidos e Canadá e, no âmbito do MERCOSUL, a Argentina é o principal mercado destino (MDIC, 2015). Em termos de volume, o país que mais importa do

Brasil é o Reino Unido, um mercado sofisticado e exigente, que paga os preços mais elevados e consome apenas uvas verdes sem sementes.

Em decorrência disso, nos últimos anos, os produtores têm investido na ampliação de suas plantações, no uso de tecnologias de produção como a Produção Integrada, que chegou a 4000 ha, o que resulta em incrementos significativos de volume de produção e frutos com qualidade, mostrando, dessa forma, capacidade para atender os requisitos de qualidade exigidos pelos importadores, por intermédio de certificadoras como a GLOBALGAP, um grande diferencial competitivo com outras regiões (CAMARGO & HOFFMANN, 2011).

2.5. Agricultura Irrigada

A agricultura é a base de sustento para a população mundial por meio através da produção de alimentos e matérias-primas importantes, além de desempenhar um papel relevante na geração de empregos em larga escala. Nesse sentido, o crescimento populacional faz com que a expansão agrícola seja considerada necessária para a manutenção do desenvolvimento e para a transformação de países com economia tradicional para uma moderna, um dos maiores desafios para os Governos nos próximos anos. Em razão disso, nas últimas décadas, tem-se dado atenção à ciência e às tecnologias utilizadas no campo, com o intuito de obter maiores rendimentos e sustentabilidade dos cultivos, uma vez que a exploração não racional dos recursos agrícolas está levando à degradação de recursos e ao subsequente declínio nos rendimentos das culturas (SHAH & DAS, 2012).

Dentre os recursos utilizados na agricultura, a água é considerada a mais importante, pois desempenha um papel crucial em diversos processos metabólicos essenciais, sendo o seu uso crítico, uma vez que a agricultura além de demandar naturalmente volumes elevados de água, é agravada pelo desperdício e pela baixa eficiência dos sistemas.

O problema da gestão da água na agricultura é hoje amplamente reconhecido como um grande desafio que muitas vezes está ligado a questões de desenvolvimento. A agricultura consome 70% da água doce, ou seja, 1.500 bilhões de m³ dos 2.500 bilhões de m³ de água estão sendo usados a cada ano. Estima-se também que 40% da água doce utilizada para a agricultura nos países em desenvolvimento é perdida, seja por evaporação, derramamento ou percolação para

as camadas mais profundas do solo, que estão além do alcance das raízes das plantas (GOODWIN & O'CONNELL, 2008).

Tendo em vista a necessidade real de melhorar a eficiência dos sistemas de irrigação e evitaram o uso indevido da água, o foco é desenvolver técnicas de irrigação que permitam aos agricultores otimizar o uso da água e irrigar somente onde e quando necessário, maximizando o rendimento dos cultivos e obtendo produtividades regulares em cenários de restrição hídrica.

Existe um crescente interesse científico pelo potencial papel que a irrigação de precisão (IP) pode ter para melhorar a produtividade das culturas e aumentar a eficiência da água e da energia na agricultura irrigada. A maior parte do progresso tem sido feita em climas áridos e semiáridos para uso em produção de culturas de alto valor, onde os custos de irrigação, juntamente com preocupações com a escassez de água, estimularam a inovação e o desenvolvimento da irrigação de precisão. No entanto, ainda há inúmeros desafios técnicos, agrônômicos e de engenharia que precisam ser superados, tendo em vista a necessidade real de melhorar a eficiência da irrigação e evitar o uso impróprio da água. O foco é desenvolver técnicas de irrigação que permitam aos agricultores aperfeiçoarem o uso da água, ou seja, utilizando somente onde e quando necessário, maximizando o rendimento dos cultivos e obtendo produtividades regulares em cenários de restrição hídrica (DACCACHE *et al.*, 2015).

Evapotranspiração

A Evapotranspiração (ET) é o processo combinado de evaporação do solo e transpiração da planta. Transpiração é o processo pelo qual a água passa do solo para a atmosfera através dos tecidos da planta. Sem quantificar a evapotranspiração, a concepção e a gestão dos sistemas de irrigação são apenas conjecturas (WALLER & YITAYEW, 2016).

A quantificação da evapotranspiração por meio de experimentos com culturas agrícolas e pela física teórica tem proporcionado um aumento da eficiência da irrigação, contribuindo para a obtenção de colheitas satisfatórias e para sustentabilidade dos empreendimentos agrícolas (BALINT & REYNOLDS, 2017; AVALOS *et al.*, 2016). Em termos práticos, a evapotranspiração da cultura (ET_c) é determinada a partir dos coeficientes de cultura ou de cultivo (k_c) e a

evapotranspiração de referência (ET_0) (item 2.3.1) Portanto, a estimativa do consumo hídrico de uma cultura, num dado período e local específico, requer primeiramente a determinação da evapotranspiração de referência (ET_0), a qual em seguida é multiplicada pelos coeficientes de cultivo ou de cultura (K_c) adequados à cada fase fenológica, obtendo-se assim a evapotranspiração da cultura (ET_c).

No Brasil, principalmente em pesquisas científicas, a ET_0 é definida como: “ a taxa de evapotranspiração para uma extensa superfície, coberta com grama de altura uniforme, entre 8 e 15 cm, em crescimento ativo, com o solo completamente sombreado e sem déficit de água, para grama de referência rebaixada por meio de cortes. Este conceito foi introduzido por engenheiros de irrigação e pesquisadores no final dos anos 70 e início dos anos 80 para evitar ambiguidades que existiam na definição de evapotranspiração. Ao adotar uma cultura de referência (grama), tornou-se mais fácil e mais prático determinar e selecionar coeficientes de cultura consistentes para fazer estimativas confiáveis da evapotranspiração das culturas.

Diversos métodos foram desenvolvidos para a estimativa da ET_0 , desde modelos simples, com base puramente empírica, até aqueles que apresentam embasamento consistente. A grande diversidade de metodologia existente condiz com a complexidade da transferência de água do sistema solo-planta-atmosfera nos diferentes climas presentes no mundo, bem como pela dificuldade de obtenção dos elementos meteorológicos necessários para a alimentação destes métodos (CARVALHO, 2011).

Os métodos de estimativa da evapotranspiração de referência (ET_0) estão divididos em dois grandes grupos: diretos e indiretos. A determinação da ET_0 utilizando-se métodos diretos demanda equipamentos específicos, denominados de lisímetros. A aplicação dos métodos diretos tem se restringido, na maioria dos casos, a instituições de pesquisa com a finalidade de calibração dos métodos indiretos, tornando a sua utilização no dia a dia inviável para o manejo da água na agricultura irrigada em propriedades rurais (ALVES SOBRINHO *et al.*, 2011).

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), adotou o método de Penman-Monteith (P-M) (ALLEN *et al.*, 1998), como o método padrão de estimativas da evapotranspiração de referência, a partir de variáveis climáticas obtidas de estações meteorológicas. As comunidades científicas e de engenharia receberam prontamente adotaram a nova e equação padronizada (eq.01).

$$ET_o = \frac{0,408\Delta(Rn-G) + \left(\frac{900}{273+T_m}\right)U_2(e_s-e_a)}{\Delta+\gamma(1+0,34U_2)} \quad (01)$$

A equação de PM-FAO (56) estima a ET_o diária, utilizando as seguintes variáveis: Saldo de Radiação (R_n), Fluxo de calor no solo (G), Temperatura média do ar (T), Velocidade do Vento (U_2), Pressão de saturação de vapor d'água (e_s), Pressão de vapor parcial d'água (e_a), Declividade da curva de pressão de vapor (Δ) e o parâmetro psicrométrico (λ). A filosofia da FAO, pesquisadores, assessores e revisores na escolha do método PM como um método de referência globalmente aplicável é que ele procurar representar, de maneira consistente, o fenômeno biofísico da evapotranspiração, ou seja, "a física é física em todos os lugares". Essa equação se tornou o principal meio para a estimativa da ET_o , a partir de dados meteorológicos, normalmente coletados em estações meteorológicas (CARVALHO *et al.*, 2011).

Na definição evapotranspiração de referência, os dados climáticos usados para estimar a evapotranspiração de referência precisam ser coletados em um local ou ambiente com as características climáticas da região (daí surge a definição de referência ou de origem), visto que a qualidade dos dados meteorológicos afeta o valor da evapotranspiração de referência estimado, podendo reduzir a acurácia quando utilizado dados coletados em locais com condições climáticas diversas (ALLEN *et al.*, 2011).

Com o passar de alguns anos, novas pesquisas realizadas pela FAO e "feedbacks" das comunidades científicas de todo o mundo, proporcionaram que a equação PM-FAO fosse ajustada para curtos períodos de tempo, como a escala horaria ou os períodos diurno e noturno, além da superfície vegetada utilizada na estação (grama ou alfafa) (ASCE-EWRI, 2005; ALLEN *et al.*, 2006, 2007). Atualmente a ET_o , pela equação de PM-FAO, apresenta-se da seguinte forma:

$$ET_{ref} = \frac{0,408\Delta(Rn-G) + \left(\frac{C_n}{273+T_m}\right)U_2(e_s-e_a)}{\Delta+\gamma(1+C_dU_2)} \quad (2)$$

Onde ET_o é a evapotranspiração de referência para superfícies com grama (ET_o) ou alfafa (ET_r), $mm\ d^{-1}$, para intervalos de tempo diários, ou $mm\ h^{-1}$ para intervalos de tempo horários ou mais curtos; R_n é a radiação líquida calculada na superfície da cultura, $MJ\ m^{-2}\ d^{-1}$ para escala de tempo diária, ou $MJ\ m^{-2}\ h^{-1}$ para intervalos de tempo

horários ou mais curtos; G é a densidade de fluxo de calor do solo na superfície do solo, $\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$ para escala de tempo diária, ou $\text{MJ m}^{-2} \text{h}^{-1}$ para intervalos de tempo horários ou mais curtos; T é a temperatura média diária ou horária do ar medida entre 1,5 a 2,5 m de altura, $^{\circ}\text{C}$; U_2 é a velocidade diária ou horária média do vento a 2 m de altura, m s^{-1} ; e_s é a pressão de vapor de saturação medida entre 1,5 a 2,5 m de altura, kPa, calculada para intervalos de tempo diários como a média da pressão de vapor de saturação à temperatura máxima e mínima do ar e para os intervalos de tempo horários usando a temperatura média horária do ar; e_a é a pressão de vapor real média medida entre 1,5 a 2,5 m de altura, kPa; Δ é a inclinação da curva de pressão de vapor de saturação, $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$; γ é o parâmetro psicrométrico, $\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$; C_n é a constante do numerador que muda com o tipo de referência e com o intervalo de tempo adotado, $\text{K mm s}^3 \text{Mg}^{-1} \text{d}^{-1}$ ou $\text{K mm s}^3 \text{Mg}^{-1} \text{h}^{-1}$; C_d é a constante do denominador que muda com o tipo de superfície vegetada de referência e com intervalo de tempo, s m^{-1} . Os valores para os parâmetros C_n e C_d são mostrados na Tabela 01.

Tabela 01. Parâmetros C_n e C_d em função da superfície de referência e da escala de tempo utilizada.

Escala de tempo	Gramma		Alfafa		Unidades para ET_o , ET_r	unidades para R_n , G
	C_n	C_d	C_n	C_d		
Diária	900	0,34	1600	0,38	mm d^{-1}	$\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$
Horaria (dia)	37	0,24	66	0,25	mm h^{-1}	$\text{MJ m}^{-2} \text{h}^{-1}$
Horaria (noite)	37	0,96	66	1,7	mm h^{-1}	$\text{MJ m}^{-2} \text{h}^{-1}$

¹ tabela adaptada e traduzida, original disponível em: ALLEN *et al.* (2015).

2.6. Eficiência no uso da água da videira

A videira é cultivada, em sua maior parte, nas regiões áridas e semiáridas do mundo, onde o déficit hídrico predomina durante quase que durante todo o ano. Nessas regiões, uma gestão mais qualificada da irrigação é essencial para economia de água, um recurso considerado escasso e finito, bem como para a maximização da produtividade e sustentabilidade dos cultivos.

A irrigação pode ser aplicada de forma integral ou utilizando técnicas como a irrigação deficitária constante (ID) caracterizada aplicação de uma lamina proporcional a percentuais de ET_c (ou k_c ou ET_o) ao longo do desenvolvimento da videira,

resultando em constante aumento do estresse hídrico, ao longo da estação de crescimento. A ID baseia-se no princípio de que a videiras apresentam certa tolerância ao déficit hídrico durante as diferentes fases fenológicas, sendo que redução apropriada da lâmina de irrigação, permitirá que não ocorram perdas na produtividade e qualidade de frutos, ou que estas sejam moderadas. Esta estratégia é muito importante em cenários de escassez hídrica.

Balint & Reynolds (2017) avaliaram o efeito de diferentes regimes de irrigação sobre a fisiologia e a produtividade de um híbrido franco-americano cv. Baco Noir em uma vinha na cidade de Virgil, Ontário, Canadá, entre os anos de 2005 e 2007. Mas, não verificaram tendências constantes na produtividade em todos os tratamentos, embora que os tratamentos com déficit de irrigação tenham mostrado aumento em alguns componentes da produtividade em comparação com a testemunha. A análise multivariada sugeriu que a água é um fator muito importante no controle da fisiologia da videira e da produtividade. No entanto, a alta variação na fisiologia da vinha e produção entre os anos sugerem que, além da umidade do solo, outros fatores, como a radiação solar e a velocidade do vento, tiveram um impacto significativo sobre a videira. Apesar de muitos eventos de chuva ocorridos em 2006, a irrigação provocou mudanças importantes na fisiologia da videira.

Os efeitos de três regimes de irrigação diferentes, correspondendo a 100% (V_1), 80% (V_2), e 50% (V_3) da água consumidas pela videira 'Sublima Seedless' foram estudados em Castellaneta Marina, região de taranto, sudeste da Itália. Os resultados mostraram que próximo a época de maturação das bagas, as videiras submetidas aos tratamentos V_1 e V_2 apresentaram taxas fotossintéticas semelhantes e que a eficiência do uso da água foliar não mudou entre os tratamentos de irrigação. Já os tratamentos V_2 e V_3 reduziram o rendimento da uva, devido ao menor tamanho e peso das bagas. O melhor equilíbrio entre crescimento vegetativo, produção de uvas, qualidade de frutos e uso de água foi obtido no tratamento com V_2 (TMRICONE *et al.*, 2015).

No Vale do Aconcagua, Chile, Zuñiga *et al.* (2015) foi realizado um ensaio para avaliar as respostas produtivas do cultivar de uva de mesa 'Flame Seedless' a diferentes lâminas de irrigação. Para isso, foram aplicados os fatores de: 0,57, 0,89, 1,12 e 1,51 de evapotranspiração (ET_c), durante as safras de 2007/08 a 2010/11. Em termos médios média, os maiores rendimentos foram obtidos no tratamento com ET_c associada ao fato 1,12 da ET_c . A produtividade diminuiu 12% com aplicação da lamina deficitária de 60% de ET_c . A eficiência de uso da água (EUA) variou, em média, de 7

kg m⁻³ no tratamento com 60% ET_c para 2,3 kg m⁻³ com água aplicada a 150 % da ET_c.

Intrigliolo *et al.* (2010) estudaram, durante cinco safras, os efeitos de vários regimes de irrigação sobre a produção e qualidade fisiológica da videira 'Tempranillo'. Os resultados mostraram que, durante o ano, as produtividades aumentaram proporcionalmente à quantidade de água aplicada e não houve resposta clara ao momento da irrigação fornecida. Além disso, não houve efeitos sobre a fertilidade de ramos. O único efeito perceptível da irrigação, independentemente do momento da sua aplicação, foi um aumento no pH das bagas.

Além de melhorar a produtividade e a qualidade, o manejo adequado da irrigação é considerado um elemento-chave para manter a saúde da videira e qualidade das culturas. A irrigação pode modificar o microclima no interior da videira, por meio do controle e redução do crescimento vegetativo da videira, proporcionando uma boa circulação de ar e penetração da luz solar.

Garganese *et al.* (2015) avaliaram o efeito de dois regimes hídricos diferentes, V₁ e V₂, correspondentes a 100 e 80% da evapotranspiração estimada da videira, respectivamente, sobre o desempenho da videira, o crescimento das bagas e a qualidade pós-colheita da uva de mesa orgânica "Itália". Os resultados mostraram que V₁ melhorou o desenvolvimento da videira e induziu um aumento no crescimento vegetativo e produtivo, enquanto V₂ (videiras irrigadas moderadas) pareceu suficiente para alcançar um desenvolvimento completo da uva de mesa. A qualidade, representada pelo teor de açúcares solúveis das bagas e da acidez titulável não foram afetados, mas em V₂, as bagas apresentaram maior firmeza. A lâmina de irrigação baseada em 80% forneceu resultados satisfatórios em relação à qualidade geral da uva de mesa, reduzindo a demanda de água para irrigação, a qual pode ser economizada ou desviada para usos alternativos.

Na Cidade de Leiro, Espanha, um ensaio de campo conduzido na estação experimental da Viticultura e Enologia de Galicia, realizado durante três anos (2012-2014) com as videiras 'Brancellao' e 'Sousón' (*Vitis vinifera* L.) foram avaliados os efeitos da irrigação suplementar no desempenho da videira e na qualidade das bagas. Videiras em sequeiro foram comparadas com um tratamento irrigado a 40% da evapotranspiração potencial (ET₀). A produtividade das videiras não foi afetada pelos regimes de irrigação, diferentemente da qualidade das bagas a qual fora significativamente influenciada pelas lâminas de irrigação. A eficiência no uso da água

(EUA) foi maior em condições de sequeiro e, como consequência, o rendimento bruto não sofreu aumento com a irrigação (AVALOS *et al.*, 2016).

Teixeira *et al.* (1999) determinaram a evapotranspiração de referência (ET_o), a evapotranspiração da cultura (ET_c) e o coeficiente de cultivo (K_c), pelo método do balanço de energia baseado na Razão de Bowen, no período de junho a setembro de 1994, em todas as fases do ciclo produtivo da videira cv. Itália, no Campo Experimental de Bebedouro, pertencente à Embrapa Semiárido, em Petrolina - PE. Foram observados valores médios de ET_c acumulada de 503 mm, com média diária de 4,2 mm dia⁻¹ e variação diária de 2,8 a 7,0 mm, já os valores de K_c, variando de 0,65 a 1,15, se mostrando superiores aos recomendados pela FAO e por Ávila Netto (1997).

Ávila Netto (2000) estimou as necessidades hídricas da videira (*Vitis vinifera* L.), cv. Itália, sob as condições edafoclimáticas da Região do Submédio São Francisco, durante o período de maio a agosto de 1996, mas com a evapotranspiração da cultura e coeficiente de cultura (K_c) determinados pelo método do balanço hídrico no solo. A evapotranspiração de referência foi estimada pelo método de Penman. O consumo hídrico diário máximo da cultura foi de 4,33 mm dia⁻¹, totalizando 333,6 mm no período de observações. Os valores de K_c variaram de 0,50 a 0,74, valores inferiores aos encontrados por Ávila Netto (1997) e Teixeira *et al.* (1999).

Pesquisa realizada por Correia (2012) em videira cv. Syrah/Paulsen 1103 para avaliar a influência de estratégias de irrigação e suas possíveis influências na produtividade e qualidade das uvas, mostrou que o número de cachos, a produtividade e a massa média do cacho não apresentaram diferenças entre as laminas; no entanto, na colheita, a massa e o volume de mosto de 100 bagas foram maiores no tratamento com irrigação plena. O pH e o teor de sólidos solúveis totais também não apresentaram diferenças significativas, mostrando que o manejo da irrigação da videira com déficit, sob tais circunstâncias, não causou redução na produção de uva, podendo assim se reduzir a aplicação da água pelo sistema de irrigação. Santos *et al.* (2013) avaliando o efeito de três estratégias de irrigação sobre o metabolismo da videira 'Syrah' observou que os açúcares solúveis totais e açúcares redutores aumentam para todas as estratégias de irrigação ao final do ciclo. Ratificando a afirmação de que é possível reduzir o consumo de água sem afetar significativamente o metabolismo de proteínas e açúcares.

Em Petrolina-PE, Bassoi *et al.* (2016) avaliando a influência de estratégias de irrigação na produção, em termos quantitativos e qualitativos, da videira cv. Syrah, irrigada por gotejamento, entre novembro de 2010 e fevereiro de 2011 (época chuvosa), observaram que não houve diferenças entre os tratamentos com relação ao número de cachos, a produtividade e a massa média do cacho. No entanto, na colheita, a massa de 100 bagas foi maior no tratamento com irrigação baseada em 100% da lâmina convencional. Com relação aos aspectos qualitativos, verificaram que a acidez e o conteúdo de açúcares de sólidos solúveis totais nas bagas, também não apresentaram diferenças estatísticas significativas. Apesar disso, o manejo de irrigação com déficit hídrico propiciou uma economia na utilização da água da irrigação. Em um experimento realizado na Fazenda Agrobrás Tropical do Brasil S/A, no Município de Casa Nova - BA, região do Submédio do Vale do São Francisco, entre os meses de julho a novembro de 2007, Marinho *et al.* (2009) avaliando o efeito da restrição hídrica sobre a produtividade e qualidade da videira 'Superior Seedless' (*Vitis vinifera* L.) notaram que os melhores resultados foram encontrados no tratamento controle, ou seja, 100% da evapotranspiração da cultura. A EUA variou entre 7,31 a 8,33 kg m⁻³, a produtividade entre 29,7 e 33,2 t.ha⁻¹, o peso total de cachos por planta de 23,3 e número médio de cachos por planta 32,2 a 34,7.

Recentemente, Andrade *et al.* (2016) avaliou os aspectos referentes a frutificação e a qualidade da uva 'Itália' produzida sob diferentes irrigações e adubações em uma área de 0,50 ha na estação experimental do Campus Petrolina Zona Rural do IFSERTÃO-PE, no período de outubro de 2014 a fevereiro de 2015. As parcelas foram constituídas dos fatores de multiplicação, 0,75 (L1); 1,00 (L2); 1,25 (L3) e 1,50 (L4), do K_c. A redução na lâmina de irrigação proporcionou maior número de gemas por ramo e maior número de cachos por planta. As maiores produtividades foram conseguidas com as menores lâminas de irrigação. O maior teor de sólidos solúveis foi alcançado para irrigações com 75% do K_c. Os menores valores de acidez total foram obtidos com os fatores de multiplicação do K_c menores que 1,04 e maiores que 1,22.

2.7. Microclima da videira

Os limites de cultivo da videira, nas diversas regiões do mundo, estão primeiramente relacionados com as condições edafoclimáticas da região de cultivo,

as quais são condicionadas pela radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar, vento, e disponibilidade hídrica, fatores estes que influenciam a produtividade e a qualidade da produção. Em cultivos estabelecidos de uma mesma região, as diferenças de qualidade da produção estão mais relacionadas com as particularidades das cultivares, do manejo do dossel, do solo e do microclima. A caracterização do microclima da videira e seu efeito do microclima sobre os diversos aspectos da videira têm sido estudados em várias localidades para diferentes cultivares: Festival (LIMA, 2011), Syrah (HUNTER *et al.*, 2016), Itália (ANDRADE, 2016), Semillon (GREER & WESTON, 2013), Niagara rosada (PEDRO JUNIOR *et al.*, 2015).

2.7.1. Radiação Solar

A radiação solar é o elemento determinante de todos os processos vitais da videira. Em geral, é requerida em elevadas quantidades, influencia os processos de fotossíntese, crescimento dos tecidos, maturação dos frutos, desenvolvimento de doenças e pragas. Quando há deficiência de radiação solar, as videiras podem ter seu metabolismo prejudicado, principalmente durante as fases de floração e maturação. Ainda, a radiação solar no interior do dossel vegetativo favorece a iniciação floral, a fertilidade da gema, a frutificação, influenciando na produção e qualidade da uva. Os efeitos da radiação solar foram investigados em várias cultivares de videira (CHORTI *et al.*, 2010; CHAVARIA *et al.*, 2010).

No Sul da Austrália, Ristic *et al.* (2014) cobriram as inflorescências da videira Shiraz antes da floração afim de eliminar o contato dos cachos com a radiação solar, sem, contudo, alterar a temperatura e umidade dos cachos. O sombreamento artificial teve pouco efeito sobre a maturação das bagas e no teor de sólidos solúveis, apesar de que cachos sombreados apresentaram em média bagas menores e sementes com peso maiores. Diferentemente, Ridomi & Moretti (1996), observaram estreita relação entre a radiação solar na região do cacho e a maturação das bagas, a diferenciação de gemas e concentração de sólidos solúveis. Chavarria *et al.*, (2009) notou que os ramos que interceptaram maior quantidade de radiação têm melhor fecundidade do que ramos sombreados e que as flores se desenvolvem normalmente e convertem-se em frutos de acordo com a exposição à radiação solar.

Em dois parreirais comerciais da cv. Nebbiolo, nos anos de 2006 e 2007, em Vignane, Siena, no noroeste da Itália, Chorti *et al.* (2010) estabeleceram cinco regimes

de exposição à luz. A exposição excessiva a radiação solar pela retirada das folhas próximas aos cachos, causou queimaduras e não aumentou o teor de sólidos solúveis ou acumulação de antocianinas. O sombreamento não teve impacto sobre a produtividade e nem sobre o peso dos cachos, embora tenha causado um suave retardamento ~~atraso~~ no desenvolvimento das bagas, redução do teor de sólidos solúveis totais e a acumulação de antocianinas.

Bergvist *et al.* (2001) estudando parreiral produtivos de uvas a céu aberto em “San Joaquim”, Califórnia, EUA, na qual foram avaliados os efeitos da orientação geográfica das linhas de plantio e das práticas de manejo do dossel sobre a adequação da incidência de luminosidade na região dos cachos e as alterações na composição química da baga, verificaram que as bagas totalmente expostas à incidência de luz apresentaram temperatura 7 °C maior do que a temperatura ambiente, alcançando 10°C quando comparadas com a das bagas sombreadas. Em Pesquisa realizada por Chorti *et al.* (2010), a exposição solar excessiva dos cachos causou queimaduras de sol nas bagas, fator que pela legislação brasileira constitui-se defeito prejudicial à qualidade da uva de mesa para exportação (BRASIL, 2002).

Na região Sul de Minas Gerais normalmente as condições climáticas não são adequadas a maturação da uva, devido principalmente à alta precipitação e elevada nebulosidade, reduzindo a qualidade dos frutos. Em razão disso, Norberto *et al.* (2008) durante os anos de 2003, 2004 e 2005 avaliaram o efeito de diferentes sistemas de condução sobre a produção e qualidade dos frutos das videiras ‘Folha de Figo’ e Niagara Rosada’. Os resultados indicaram que o sistema de condução em lira, o que permitiu uma maior exposição ao sol, obteve maior produção e produtividade quando comparado aos sistemas em pérgola, conduzidos em cordão simples, e em espaldeira. O teor de sólidos solúveis totais foi pouco afetado pelos sistemas de condução.

Estudo realizado no município de Jundiá (SP), em vinhedos de uva de mesa, variedade Romanos (A 1105), cultivados a céu aberto, mostrou uma redução significativa da transmitância da radiação solar global, em função do sistema de condução utilizado (PEDRO JÚNIOR & LULU, 2006).

2.7.2. Balanço de radiação

A radiação solar é a fonte primária de energia para todos os processos físicos naturais que ocorrem no planeta e a principal responsável pelos processos de transferência de água para a atmosfera em forma de vapor por transpiração e evaporação. A radiação solar que incide sobre a superfície da Terra, chamada de radiação solar global (R_g) é fracionada entre a radiação que não sofre atenuação pela atmosfera, denominada de radiação direta (R_c), e a radiação difusa (R_d), que é parte refletida pela cobertura de nuvens e parte que é espalhada por moléculas e partículas presentes na atmosfera. Do total de R_g que atinge a superfície, parte é absorvida e parte é refletida, compondo o balanço de radiação de ondas curtas (BOC). A parte da radiação de ondas curtas que é absorvida por compostos atmosféricos promove o aquecimento do ar e, conseqüentemente, a emissão de radiação de ondas longas em direção à superfície (R_a); e a parte absorvida pela superfície emite radiação de ondas longas em direção à atmosfera (R_s). Essas entradas e saídas compõem o balanço de radiação de ondas longas (BOL). Dessa forma, o balanço de radiação (R_n) compreende as fontes e saídas de radiação que regem as condições meteorológicas do planeta (SOUZA & ESCOBEDO, 1997).

Todos os processos físicos e biológicos que ocorrem na biosfera utiliza energia resultante das trocas de calor entre a superfície e a atmosfera, sendo a maior parte deste calor proveniente do balanço de radiação resultante das interações entre as superfícies com a radiação solar. O saldo de radiação (R_n) é a soma dos balanços de ondas curtas (BOC) e de ondas longas (BOL), ou seja, a contabilização das entradas e saídas (PEREIRA *et al.*, 2002). As medidas dos componentes do balanço de radiação em condições de campo têm aplicabilidade direta em práticas agrícolas, principalmente no planejamento racional da irrigação, no uso adequado do solo, no zoneamento agrícola regional, no impacto das variações meteorológicas sobre os cultivos agrícolas, na proteção de plantas, dentre outros (TEXEIRA *et al.*, 2010).

Allen *et al.* (2011) recomenda que, sempre que possível, deve-se obter os quatro componentes de R_n : radiação de ondas curtas incidente (R_g), irradiância atmosférica de ondas longas (R_a), radiação de ondas curtas refletida (R_r) e irradiância de ondas longas emitidas pela superfície (R_s), pois estes podem ser mais facilmente comparados quando medidos separadamente do que em medidas integradas de R_n . Quando não disponíveis equipamentos, aceita-se em

geral, que se seja medido R_g , se estime R_n a partir de R_g , enquanto que R_a e R_s são estimados com base nas leis da radiação e, ou derivados da equação do balanço de radiação (CAMPBELL & NORMAN, 1998).

A eficácia da superfície em refletir parte da radiação que incide sobre o sistema é obtida da razão $R_r.R_g^{-1}$, conhecida como albedo ou coeficiente de reflexão (α), que é usualmente expresso em termos percentuais. Esse parâmetro integra os componentes do balanço de radiação, sendo determinante nos valores do balanço de ondas curtas, e por sua vez, no saldo de radiação. Assim, o albedo é influenciado pelos mesmos fatores que afetam o saldo de radiação. Segundo Hansen (1993), o coeficiente de reflexão de superfícies individuais varia com sua densidade de cobertura, cor e teor de umidade, bem como ao longo do tempo e mesmo das horas do dia, sendo função do ângulo zenital (z). Mas, estudos sobre o albedo usualmente se referem a valores de medidas realizadas em torno do meio-dia local (CAMPBELL & NORMAN, 1998).

Em Petrolina-PE, Santos *et al.* (2015), no primeiro e segundo semestre de 2014, avaliando o balanço de radiação na videira cv. “Syrah” nos sistemas de condução em, espaldeira e lira, verificou haver diferenças microclimáticas entre os semestres durante a fase de maturação das uvas, sendo que o segundo semestre apresentou maiores valores dos principais componentes do balanço de radiação. O sistema de condução em espaldeira apresentou maior radiação refletida do que o sistema em lira, ou seja, maior coeficiente de reflexão ou albedo (α). Já o saldo de radiação foi mais elevado no sistema em lira, que também apresentou menor temperatura média do ar.

Sabe-se que alterações no regime de radiação dos cultivos são de muita relevância, uma vez que têm efeitos diretos e significativos sobre o consumo hídrico da videira. Pedro Junior *et al.* (2015) estudando o balanço de energia e o consumo hídrico de vinhedos da variedade ‘Cabernet Franc’, no município de São Roque, São Paulo, observaram que em dias ensolarados nos quais o solo estava bem suprido de água, aproximadamente 480 W.m^{-2} de R_n , cerca de 83% da energia disponível, foram utilizados pelo fluxo de calor latente (LE), ou evapotranspiração.

2.7.3. Temperatura do ar

A temperatura se constitui um fator que restringe de forma expressiva o desenvolvimento da videira, tanto em termos biológicos como em termos econômicos. Segundo Sentelhas *et al.* (1998) a faixa de temperatura média ideal para o processo fotossintético está entre 20°C e 30°C. Especificamente, nas fases de floração e maturação das bagas, a videira exige temperaturas próximas aos 30 °C para que a acidez não seja elevada (NILSON, 2010).

Muitos processos fisiológicos, tais—como a fotossíntese, são severamente afetados e até impedidos pelas altas temperaturas, enquanto que a respiração pode ser inicialmente aumentada. Muitos pesquisadores afirmam que o metabolismo das videiras é afetado negativamente por temperaturas superiores a 35 °C. O estresse pelo calor provoca distúrbios no aparelho fotossintético, inativando enzimas termo lábeis, desorganizando o metabolismo dos ácidos nucléicos e proteínas, degenerando as membranas celulares e reduzindo a condutância estomática. Já baixas temperaturas, à princípio, promovem a parada da corrente citoplasmática, atingindo em seguida, a fotossíntese, interrompendo o fornecimento de energia celular (LARCHER, 2000).

As regiões produtoras da uva da Austrália são caracterizadas por apresentarem temperaturas elevadas durante o período de produção o que afeta diversos processos, incluindo o crescimento e o desenvolvimento das bagas. Para quantificar o impacto de altas temperaturas sobre a fisiologia e produção da videira 'Semillon', cultivada em vasos, Greer & Weston (2013) expuseram a videira, em ambiente controlado, a temperaturas de 40 °C na floração, crescimento de frutos e no estágio de maturação. Os principais resultados indicaram que as videiras submetidas a elevadas temperaturas durante a maturação, tiveram o conteúdo de açúcar solúveis estagnado, mas o crescimento e o desenvolvimento de folhas e ramos não foram afetados. As bagas da videira cv. Thompson sem sementes expostas a 40 °C por quatro dias durante a fase de desenvolvimento das bagas retardaram a maturação, o tamanho das bagas e reduziram o acúmulo de açúcar em relação às bagas do tratamento controle. As bagas de videira cv. Napa Gamay expostas a 43 °C durante quatro dias ou a 40 °C durante oito dias responderam de forma semelhante às de Thompson Seedless (MATSUI *et al.*, 1986).

2.7.4. Umidade relativa do ar (UR)

A umidade relativa do ar por sua vez, está diretamente relacionada com a evapotranspiração e com os aspectos fitossanitários da videira. Em condições de baixa umidade relativa do ar, como na região semiárida, a transpiração é intensa, principalmente, nas horas mais quentes do dia, o que pode provocar o fechamento estomático como forma de defesa das plantas contra a perda excessiva de água. Em condições de alta umidade relativa, as plantas apresentam desenvolvimento de ramos mais vigorosos, porém aumenta a incidência de doenças fúngicas e bacterianas. As regiões de cultivo incluem áreas em que a ocorrência de baixas precipitações e alta demanda evaporativa impõem a necessidade de fornecimento de água através da irrigação (SANTOS, 2013).

2.7.5. Velocidade do vento

Segundo Hamilton (1989), a ação dos ventos sobre a videira pode trazer danos físicos e fisiológicos, visto que com velocidades superiores a 4 m s^{-1} a transpiração é reduzida pelo fechamento dos estômatos, existindo relatos de que, não só os ventos fortes causariam danos à cultura; mas também ventos moderados e de forma constante seriam responsáveis por reduzir a produtividade da videira.

Em regiões áridas e semiáridas o vento, pela advecção, influenciam as transferências de calor sensível e de vapor d'água, e também tem papel importante nas perdas de água de coberturas vegetadas. O vento também contribui para a liberação e disseminação ácaros, míldios, oídios e de outros fitopatógenos.

De maneira específica, ventos fortes afetam ainda a eficiência de sistemas de irrigação por aspersão, a medida em que, influencia a uniformidade de distribuição de água aplicada, podendo favorecer o estabelecendo de microclima mais úmidos ou mais secos em determinadas parcelas.

2.8. Rentabilidade econômica da viticultura de mesa – Novo Item

O setor frutícola como um todo é um dos segmentos mais importantes do agronegócio brasileiro pela crescente participação no mercado internacional e pelo abastecimento do mercado interno, apresentando apresentaram elevada lucratividade e expressiva utilização de mão de obra, representando, assim, uma alternativa valiosa para o avanço dos produtos e exportações brasileira (SARMENTO *et al.*, 2017). Nesse

sentido, a avaliação econômica criteriosa da cultura agrícola pode oferecer indicativos e fornecer informações importantes sobre o momento e os recursos a serem dispensados em determinada atividade ou empreendimento já que fatores como clima, disponibilidade hídrica, tempo de produção, qualidade de insumos, tempo de trabalho, condições físicas, sazonalidade da produção podem afetar significativamente as receitas.

Lima (2011) avaliou a rentabilidade econômica do cultivo de uva 'Itália Muscat' obtido de parreiras descobertos e cobertos com lona plástica no Vale do São Francisco no período de 09/04 a 28/04/2010, observando que grande quantidade de uva comercializada para a indústria vinagreira e feirantes contribuiu decisivamente para que o dossel sem cobertura plástica (SCob) mesmo tendo obtido uma maior produtividade física (23,32 t) obtivesse uma receita equivalente a 67% daquela obtida no dossel com cobertura plástica à 50 cm (CB50), que apresentou produtividade física menor. Comportamento semelhante foi observado no dossel com cobertura plástica à 100 cm (CB100). As perdas também influenciaram as receitas, sendo que sob o dossel SCob esta foi da ordem de 52,9%, no dossel CP50 foi de 22,8% e 62,2% no dossel CP100. Em termos médios, a lucratividade entre os tratamentos variou de 46% a 124%. De modo geral, a cobertura plástica ao influenciar a produtividade e a quantidade de defeitos graves e leves influenciou nas receitas totais, fazendo com que os diferentes sistemas produtivos apresentassem economicidade diferentes.

Baseando-se em dados econômicos e técnicos da safra de uva de mesa do ano de 2008, Deleo (2010) avaliou o custo de produção de 1 ha de uva de propriedades caracterizadas em três níveis de escala, a saber: pequena, média e grande, respectivamente, caracterizadas por propriedade de até 12 ha, maior do que 12 ha até 35 ha e maiores de 35 ha. Os resultados indicaram que, naquele ano, o custo de produção em propriedade de até 12 ha foi estimado em R\$ 69.827,28 e de propriedades com tamanho maior do que 12 ha e até 35 ha em R\$ 103.506,30 e R\$ 105.752,88 para propriedade com tamanho maior do que 35 ha. A análise econômica por meio de comparações entre receita física e custos totais concluiu que em propriedades de média escala de produção, a cada R\$ 1,00 aplicado houve perda de R\$ 0,09 e que em termos percentuais correspondeu a uma rentabilidade negativa de 9%, um resultado inferior ao obtido por unidades inferiores a 12ha, com saldo positivo de 4%. Naquela ocasião, as baixas receitas líquidas foram atribuídas ao preço praticado no mercado em 2008 decorrente da crise financeira mundial (DELEO, 2010).

A avaliação da rentabilidade econômica de parreiral na Região do Vale do Submédio do São Francisco contribuirá significativamente para que se conheça como a irrigação e o clima pode impactaram os resultados econômicos da atividade, ao mesmo tempo em que fornecerá indicativos sobre a viabilidade financeira, aspecto importante por se tratar de uma atividade produtiva de grande importância para a melhoria de diversos indicadores sociais e econômicos da região.

3. Artigo 1

MICROCLIMA E BALANÇO DE RADIAÇÃO DA VIDEIRA “ITÁLIA MUSCAT” NAS CONDIÇÕES EDAFOCLIMATICAS DO SUBMEDIO DO SÃO FRANCISCO

F. E. S. de Andrade¹, M. M. V. B. B. R. Leitão², G. M. de Oliveira³, M. S. B. de Moura, J. R. R da Silva⁴

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as condições microclimáticas e o balanço de radiação em um parreiral de uva de mesa da variedade “Itália Muscat”, conduzida sob o sistema em latada e irrigada por gotejamento superficial, durante o segundo semestre do ano de 2016, no projeto Maria Tereza, Petrolina-PE, Submédio do Vale do São Francisco. Para a medição das variáveis climáticas e os componentes do balanço de radiação foram instaladas estações meteorológicas automáticas sobre o parreiral e em área externa (a cerca de 30 m do parreiral) em um ambiente gramado, as quais permitiram a obtenção das variáveis de temperatura do ar (máxima, media e mínima), umidade relativa do ar (UR) (máxima, media e mínima), velocidade do vento (v_v), e dos componentes do balanço de radiação: Radiação global (R_g), radiação refletida (R_r), albedo (α), Balanço de ondas curtas (BOC), Radiação atmosférica (R_a), Radiação emitida pela superfície (R_s), Balanço de ondas longas (BOL) e o Saldo de Radiação (R_n). Os dados foram submetidos a análise estatística descritiva e a análise de regressão entre ambientes. De forma geral, não foram observadas diferenças acentuadas entre os ambientes, apresentando, para a maioria das variáveis, boas correlações estatísticas de regressão linear, mostrando coeficientes de determinação (R^2) entre 0,65 e 0,99, o que permite que a maioria das variáveis estudadas possa ser estimada, com excelente precisão, a partir de equações parametrizadas. As temperaturas média e mínima foram mais elevadas sobre o parreiral, enquanto que a umidade relativa do ar foi menor sobre a área gramada, observando maiores discrepâncias, entre ambientes, nos estágios iniciais e finais de cultivo. Os valores máximos e mínimos médios das temperaturas foram de 37,2 °C e 15,1 °C sobre a videira e de 37,4 e 13,9 °C para as condições do posto meteorológico,

34 respectivamente, sendo as temperaturas máximas inferiores, em média 0,4°C, na
35 videira em relação ao posto meteorológico, enquanto as mínimas foram inferiores, em
36 média 0,3 °C no posto meteorológico. A umidade relativa máxima sobre o, em média,
37 foi 1% inferior à do posto meteorológico, enquanto que as mínimas foram superiores
38 0,2 %. A velocidade do vento durante todo o período apresentou as mesmas
39 características nos dois ambientes, registrando médias superiores 0,1 m.s⁻¹ sobre o
40 parreiral. As flutuações características do regime climático regional e a variação
41 quantitativa e qualitativa da cobertura foliar sobre a videira influenciaram
42 significativamente os componentes do balanço de radiação. O uso destas
43 informações no manejo cultural, fitossanitário e hídrico da videira permite uma maior
44 eficiência do uso de recursos físicos e financeiros, além da utilização em modelagem
45 agrometeorológica.

46

47 **PALAVRAS-CHAVE:** videira, balanço de radiação, condições microclimáticas.

48

49 **ABSTRACT**

50

51 The present work had the objective of evaluating the microclimatic conditions and the
52 radiation balance in a table grape vineyard of the "Italy Muscat" variety, conducted
53 under the trellised system and surface drip irrigation during the second semester of
54 2016, Project Maria Tereza, Petrolina-PE, Submedia of the São Francisco Valley. For
55 a measurement of the climatic variables and components of the radiation balance with
56 installed automatic meteorological stations on the vineyard and in external area, the
57 measure of obtaining the variables of air temperature (Maximum, average and
58 minimum), Speed of the radiation system (R), Reflected Radiation (Rr), Reflected
59 Radiation (R) Albedo (α), Short-wave Balance (BOC), Radiation emitted by surface
60 (Rs), Long-wave Balance (BOL) and Radiation Balance (Rn). The data were submitted
61 to descriptive statistical analysis and a regression analysis between environments.
62 (R²) between 0.65 and 0.99, which allows most cases, most cases, most variables,
63 good linear regression statistical correlations, showing coefficients of determination
64 (R²) between 0.65 and 0.99, which allows most of the studied variables available to
65 estimate, with excellent accuracy, from parameterized equations. The mean and
66 minimum temperatures were higher on the vineyard, whereas the one relative to most
67 of the area is a grassy area, observing greater discrepancies, between environments,

68 in the initial and final stages of cultivation. The mean maximum and minimum values
69 of the temperatures are 37.2 °C and 15.1 °C on a vine and 37.4 and 13.9 °C for the
70 conditions of the meteorological station, respectively, with a maximum average
71 temperature of 0.4 °C, in the vine in relation to the meteorological station, while the
72 minimum ones were lower, on average 0,3 °C not meteorological station. The
73 maximum relative humidity on the vine was, on average, 1% lower than the
74 meteorological station, while the minimum was 0.2% higher.. Wind velocity throughout
75 the period, as follows, in both environments, registering a mean of over 0.1 ms⁻¹ on the
76 vineyard. As fluctuations characteristic of the regional climate regime and a
77 quantitative and qualitative variation of the leaf cover on a vine influenced the
78 components of the radiation balance. The use of information is not directed to the
79 management, phytosanitary and water of the vine, since it is better to use the physical
80 and financial resources, besides the use in agrometeorological modeling.

81

82 **KEY-WORDS:** Vine, radiation balance, microclimatic conditions.

83

84 **INTRODUÇÃO**

85

86 A viticultura de mesa exerce um papel importante para a economia brasileira. De
87 acordo com dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), o
88 Brasil produziu aproximadamente 970.000 de toneladas de uvas finas de mesa, na
89 safra 2016-2017, o que representa em termos percentuais 4,4% da produção mundial,
90 colocando o Brasil como 6º maior produtor no ranking internacional, colocando o
91 (USDA, 2017). A maior parte dessa produção concentra-se no Submédio do Vale do
92 São Francisco, estados de Pernambuco e Bahia, especialmente nos perímetros
93 públicos de irrigação localizados no município de Petrolina-PE.

94

95 De acordo com levantamento realizado pela Companhia de Desenvolvimento
96 dos Vales do São Francisco e do Parnaíba (CODEVASF) 98,72% de toda a uva fina
97 de mesa exportada no período de 2009 a 2015 foi proveniente do Submédio do Vale
98 do São Francisco. Do ponto de vista socioeconômico, a fruticultura irrigada é a
99 atividade que proporcionou a geração de 97 mil empregos diretos e 145 mil indiretos,
100 totalizando 242 mil postos de trabalho em 2016. (CODEVASF, 2017). Dentre os
principais fatores responsáveis por este cenário, está o clima.

101 Localizada, geograficamente, dentro da região semiárida do nordeste brasileiro,
102 o Vale do São Francisco, apresenta Clima que bem diferente dos encontrados em
103 outras regiões produtoras de uvas, o qual se caracteriza pela alta disponibilidade e
104 estabilidade energética, altas temperaturas e baixa umidade do ar, que garante a
105 videira singularidade em relação a outros territórios produtores de uva como ciclo
106 contínuo e até duas colheitas e meia por ano (Sá *et al.*, 2015).

107 De fato, para que se obtenham rendimentos ótimos, de forma sustentável, as
108 espécies vegetais têm requerimentos quanto às condições climáticas e
109 meteorológicas. Já em cultivos estabelecidos numa mesma região, às diferenças
110 produtivas estão mais relacionadas a particularidades genéticas das cultivares,
111 manejo cultural do dossel, tipo de solo e uso da água (Romulo *et al.*, 2012).

112 A interação entre o clima regional e as condições locais do cultivo (tamanho,
113 textura, espessura e orientação das folhas e galhos, altura da planta, continuidade da
114 copa, densidade de plantio, geometria foliar, densidade foliar) condiciona *in locu*, a
115 quantidade e a qualidade da radiação solar disponível sobre a superfície, a
116 temperatura do ar e do solo, a umidade relativa do ar e do vento, o deslocamento de
117 massa de ar, a transferência de água no sistema solo-planta-atmosfera, a
118 disponibilidade hídrica. O dossel promove ainda a interceptação das chuvas,
119 acarretando modificações no balanço de radiação e de energia. (Hunter *et al.* 2016).

120 Hernandez *et al.* (2002) estudando as diferenças estacionais entre variáveis
121 microclimáticas para ambientes interior de mata, parreiral e posto meteorológico em
122 Jundiaí-SP verificaram que o parreiral influenciou no microclima, apresentando tendência
123 de elevar a temperatura do ar e a amplitude térmica e reduzir a umidade relativa do
124 ar, em relação ao posto meteorológico.

125 Em 2016, Lira *et al.* (2017) avaliando a influência dos sistemas de condução no
126 microclima da videira 'Chenin Blanc', observaram que o sistema de condução em lira
127 incrementou a produção e o número de cachos por planta, além de aumentara a
128 radiação interceptada pelo dossel e a relação área foliar e massa de cachos.

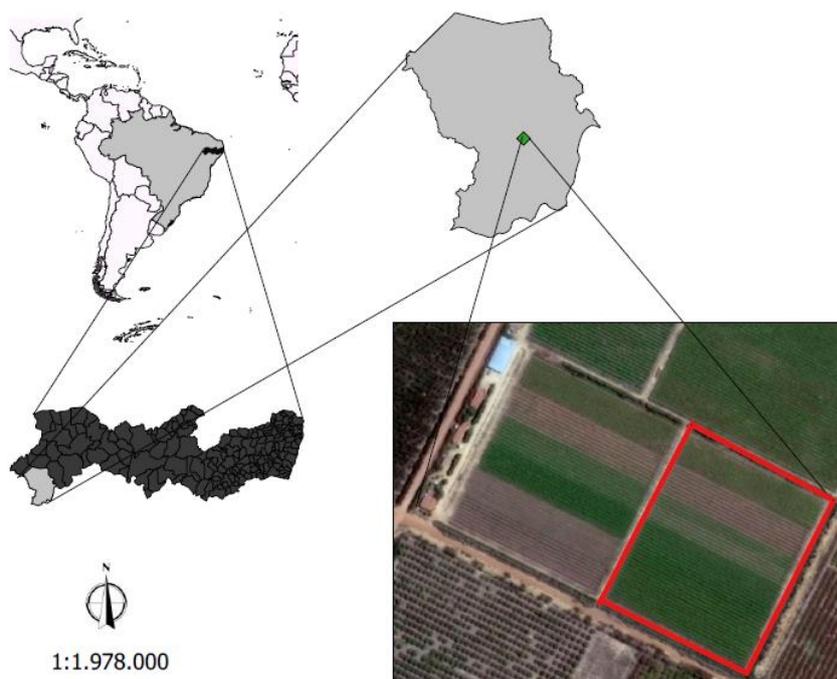
129 Estudos de caracterização da variabilidade microclimática são essenciais para
130 avaliação de alternativas para o manejo cultural, fitossanitário e hídrico de parreirais,
131 quando se deseja à obtenção de colheitas regulares e sustentáveis. Objetivou-se
132 nesta pesquisa avaliar o microclima e o balanço de radiação em um cultivo de videira
133 "Itália muscat", durante o segundo semestre de 2016.

134

135 MATERIAL E MÉTODOS

136

137 O experimento foi conduzido na Fazenda Agropecuária do Vale (latitude 09° 06'
138 S; longitude 40° 30' W) (Figura 01), projeto de irrigação Maria Tereza, Petrolina-PE,
139 Submédio do Vale do São Francisco no segundo ciclo produtivo da videira 'Itália
140 Muscat.



141

142 **Figura 01.** Mapa de localização do Município de Petrolina e da área experimental,
143 Pernambuco, Brasil. Mapa gerado QGIS Pisa 2.2.1.

144

145 O clima da região segundo a classificação de Koppen é semiárido (Bsh).
146 Conforme os dados climáticos observados na estação meteorológica da EMPRAPA
147 SEMIÁRIDO, a temperatura ao longo do ano varia de um mínimo médio mensal de
148 18,5 °C em julho, a um máximo médio mensal de 34,3 °C em novembro. A umidade
149 relativa do ar no mês mais seco (outubro) apresenta um mínimo médio mensal de 56%
150 e um máximo médio mensal de 72% no mês de abril. A velocidade média do vento a
151 2 metros atinge valor máximo de 256,4 km.dia⁻¹, no mês de setembro e mínimo médio
152 de 136,8 km.dia⁻¹ no mês de março. A insolação média diária alcança o valor de 8,5
153 horas e a insolação total média anual é de 2665,4 h. A precipitação é irregularmente
154 distribuída no espaço e no tempo, com média anual de 495 mm, concentrando-se nos
155 meses novembro a abril, o período chuvoso na região, sendo o mês de março o mais
156 chuvoso e agosto o mais seco (EMBRAPA, 2015).

157 O estudo foi conduzido com a cultivar de uva de mesa 'Itália Muscat', em
158 parreiral estruturado em forma de latada, com espaçamento de 3,5 x 2,0 m em uma
159 área 0,42 ha. A irrigação foi realizada por gotejamento e os emissores espaçados a
160 cada 0,5 m na fileira, com vazão média dos emissores de 2,1 L h⁻¹. A poda de
161 produção foi realizada em 18 de julho, e o ciclo produtivo estendeu-se até 16 de
162 novembro, quando foi realizada a colheita.

163 Para a medição das variáveis microclimáticas, foram instaladas duas estações
164 meteorológicas, uma acima do parreiral e outra na área externa distando cerca de 30
165 m do parreiral. As seguintes variáveis meteorológicas foram medidas: temperatura e
166 umidade relativa do ar, velocidade do vento e precipitação pluviométrica, além dos
167 componentes do balanço de radiação: radiação solar global e radiação refletida,
168 radiação de longas emitida pela atmosfera, radiação de ondas longas emitidas pela
169 superfície. Para o monitoramento das variáveis climáticas foram usados os seguintes
170 instrumentos: sensores de temperatura do ar e de umidade (Campbell), psicrômetros
171 (Vaisala), anemômetros (Young) e saldo-radiômetros CNR-1, (Kipp & Zonen). Todos
172 os sensores foram conectados a sistemas de aquisição de dados Micrologger
173 (CR23X, Campbell Scientific INC.), os quais foram programados para realizar de
174 leituras a cada 5 segundos e armazenar médias a cada 60 minutos.

175

176 O saldo de radiação (R_n) é representado pela expressão que segue:

177

$$178 \quad R_n = BOC + BOL \quad (1)$$

179

180 Em que: R_n é o saldo de radiação, BOC é o balanço de radiação de ondas
181 curtas e BOL é o balanço de radiação de ondas longas. O balanço de radiação
182 de ondas curtas é obtido pela diferença entre a radiação solar global e a radiação
183 refletida pela superfície, que também pode ser calculado quando não se mede a
184 radiação refletida, mas o albedo é conhecido pela seguinte equação:

185

$$186 \quad BOC = R_g(1 - \alpha) \quad (2)$$

187

188 Em que: BOC é o saldo de radiação de ondas curtas; R_g é a radiação solar
189 global incidente e α é o albedo da superfície. O albedo (α) ou coeficiente de
190 reflexão depende da capacidade de reflexão da radiação de ondas curtas pela

191 superfície, o qual é obtido pela razão entre a radiação refletida (R_r) e a radiação
192 solar global (R_g) conforme mostra a equação 3:

193

$$194 \quad \alpha = \frac{R_r}{R_g} \quad (3)$$

195

196 O balanço de radiação de ondas longas (BOL) foi obtido pela diferença entre
197 o fluxo de radiação de ondas longa emitida pela atmosfera em direção à superfície
198 e o fluxo de radiação de ondas longas emitida pela superfície em direção à
199 atmosfera, dado pela equação:

200

$$201 \quad \text{BOL} = R_a - R_s \quad (4)$$

202

203 Em que: R_a é a radiação de ondas longas incidente sobre a superfície, e R_s
204 é a radiação de ondas longa refletida pela superfície.

205 A variáveis de temperatura (T_m , T_x e T_n), umidade do ar (UR_x e UR_n) e
206 velocidade do vento (V_v), visando a comparação dos dados climáticos nos dois
207 ambientes, utilizou-se estatística descritiva, teste T e regressão linear, para todos os
208 estádios de desenvolvimento da videira. As análises foram efetuadas através dos
209 *softwares* SAS (Statistical Analysis System) e QuattoPro.

210

211 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

212

213 A variação diária e as comparações entre as variáveis temperatura do ar (média,
214 máxima e mínima), umidade relativa do ar (máxima e mínima) e velocidade do vento
215 para o todo o ciclo da videira 'Itália Muscat', para os ambientes estação meteorológica
216 e parreiral são apresentados na figura 2 e no quadro 1.

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227
228
229
230
231
232
233
234
235
236
237
238
239
240
241
242
243
244
245
246
247
248
249
250
251
252
253
254
255
256
257
258
259
260
261
262

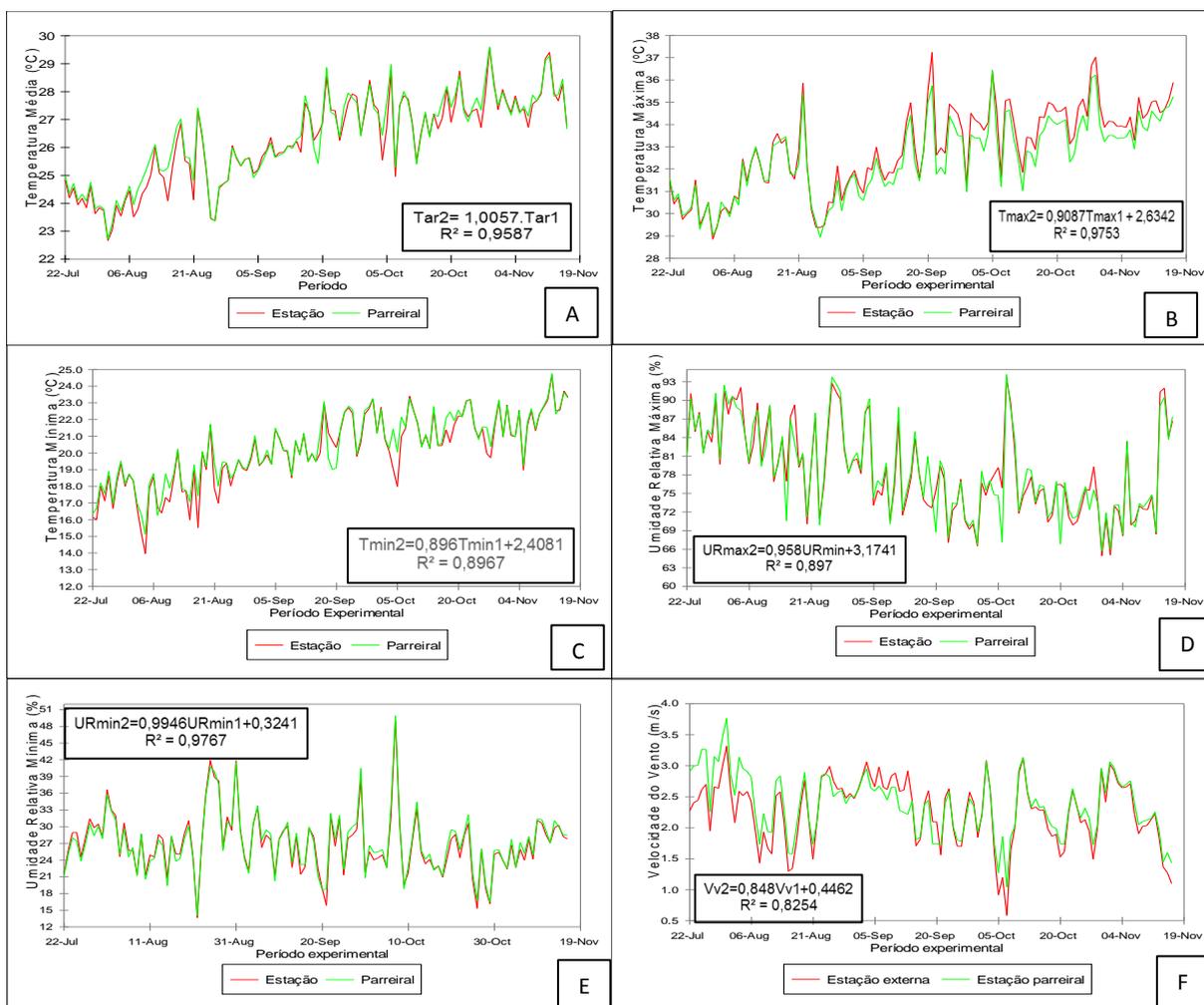


Figura 02. Valores médios da temperatura do ar (média, máxima e mínima), umidade do ar (máxima e mínima) e velocidade do vento (média), medidos sobre a videira "Itália muscat" e sobre grama em estação meteorológica automática, durante o segundo ciclo produtivo de 2016 em Petrolina-PE.

Quadro 1. Teste t das variáveis microclimáticas observadas nos ambientes de estação meteorológica automática (gramado) e parreiral da videira 'Itália Muscat', em Petrolina (PE), durante o segundo semestre de 2016.

		CV	FL	CB	MR	MB	Total
Tm (°C)	Tm ²	24,6	25,3	26,2	27,4	27,8	26,5
	Tm ¹	24,3	25,2	26,2	27,3	27,6	26,4
	ΔTm ²	22,7 - 26,7	23,4 - 27,4	24,8 - 28,9	25,3 - 29,0	25,0 - 29,6	22,7 - 29,6
	ΔTm ¹	22,7 - 26,2	23,4 - 27,4	24,8 - 28,6	25,0 - 28,8	25,5 - 29,5	22,7 - 29,5
	D	0,3**	0,1*	0,02 ^{NS}	0,3 ^{NS}	0,2**	0,2**
Tx (°C)	Tx ²	31,0	31,4	32,1	33,5	34,1	32,7
	Tx ¹	31	31,5	32,6	34,1	34,6	33,1
	ΔTx ²	29,1 - 33,3	28,9 - 35,4	30,1 - 35,7	31,0 - 36,4	31,0 - 37,2	28,9 - 37,2
	ΔTx ¹	28,9 - 33,6	29,4 - 35,9	30,5 - 37,2	31,3 - 36,4	31,8 - 37,4	28,9 - 37,4
	D	0 ^{NS}	-0,1 ^{NS}	-0,5**	-0,6**	-0,5**	-0,4**
Tn (°C)	Tn ²	17,8	19,4	20,4	21,8	22,0	20,6
	Tn ¹	17,4	19,0	20,5	21,4	21,7	20,3
	ΔTn ²	15,1 - 20,2	18,0 - 21,7	18,6 - 21,1	20,0 - 23,3	19,2 - 24,7	15,1 - 24,7
	ΔTn ¹	13,9 - 20,1	17,0 - 21,7	18,5 - 23,0	18,0 - 23,4	19,0 - 24,5	14,0 - 24,6
	D	0,4**	0,3 ^{NS}	0 ^{NS}	0,4 ^{NS}	0,4**	0,3**
UR	URx ²	84,8	82,9	78,0	76,1	75,4	78,6

	URx ¹	85,3	82,2	77,2	76,8	75,8	78,7
	ΔR_{\max}^2	70,6 - 92,5	69,9 - 93,8	67,9 - 90,3	66,8 - 94,2	65,7 - 90,5	65,7 - 94,2
	ΔR_{\max}^1	76,9 - 92,1	70,1 - 92,8	67,1 - 89,2	66,5 - 93,6	65,0 - 92,0	64,9 - 94,2
	D	-0,4 ^{NS}	0,6 ^{NS}	0,8 [*]	-0,7 ^{NS}	-0,5 ^{NS}	-0,1 ^{NS}
URn(%)	URn ²	26,66	26,6	28,1	28,9	25,5	26,9
	URn ¹	27,33	27,4	27,9	28,1	25,0	26,7
	ΔR_{\min}^2	19,43 - 35,78	12,91 - 35,5	14,02 - 41,57	18,88 - 49,94	12,91 - 35,5	12,9 - 49,9
	ΔR_{\min}^1	20,75 - 36,67	13,32 - 35,2	13,66 - 41,92	19,58 - 49,06	13,32 - 35,22	13,3 - 49,1
	D	-0,7 ^{**}	-0,8 ^{NS}	0,3 ^{NS}	0,9 ^{**}	0,5 ^{NS}	0,2 [*]
Vv (m.s ⁻¹)	Vv ²	2,6	2,3	2,4	2,0	2,2	2,3
	Vv ¹	2,3	2,2	2,5	1,9	2,1	2,2
	ΔVv^2	1,5 - 3,8	1,7 - 2,8	1,7 - 2,9	1,0 - 3,0	1,2 - 3,1	1,0 - 3,8
	ΔVv^1	1,3 - 3,3	1,5 - 2,8	1,6 - 3,1	0,6-3,1	0,9-3,1	0,6-3,3
	D	0,4 ^{**}	0,1 [*]	-0,1 ^{**}	0,1 ^{NS}	0,1 ^{**}	0,1 ^{**}

263 ¹ estação meteorológica; ² Parreiral; D: Diferença média entre os ambientes; Δ gradiente entre as variáveis; **: Significativo a
 264 1% de probabilidade*; Significativos a 5% de probabilidade. NS = não significativo. CB: Crescimento vegetativo; FL: Floração;
 265 CB: Crescimento de bagas; MR: Maturação de Ramos; MB: Maturação de bagas; Tm: Temperatura média do ar (°C); Tx:
 266 Temperatura máxima do ar (°C); Tn: Temperatura mínima do ar (°C); URx: Umidade relativa máxima do ar (%); URn: Umidade
 267 relativa mínima do ar (%); Vv: Velocidade média do vento (m s⁻¹).

268

269 Para todas as variáveis climáticas avaliadas as regressões lineares
 270 apresentaram coeficientes de determinação (R²) elevados, ou seja, superiores a 0,93,
 271 o que permite que as variáveis sobre o parreiral possam ser estimadas, com razoável
 272 precisão, a partir de dados externos de estação meteorológica (Figura 1A a 1F).
 273 Observa-se na figura 2a e no quadro 1, que a temperatura média do ar (Tm) foi se
 274 elevando desde a poda de produção até a colheita, acompanhando as condições
 275 climáticas regional, e sendo sempre menor no ambiente da estação meteorológica do
 276 que sobre o parreiral.

277 Comparando-se os valores obtidos no parreiral com os observados na estação
 278 meteorológico, encontraram-se para os estádios de crescimento vegetativo e de
 279 maturação de ramos, diferenças absolutas de $\pm 1,0$ °C, enquanto a diferença média foi
 280 de 0,3 °C. Os valores médios diários de Tm, nos dois ambientes foram muito próximos,
 281 sobre a videira alcançaram 26,5 °C e no ambiente da estação meteorológica 26,4 °C.
 282 A Tm variou de 22,7 a 29,6 °C sobre a videira e de 22,7 a 29,5 °C na estação
 283 meteorológica. A análise de dados pelo teste t, também mostrou que houve diferença
 284 entre os ambientes, durante os estádios de crescimento vegetativo, floração e
 285 maturação de bagas.

286 Santos *et al.* (2015) estudando as condições microclimáticas da videira “Syrah”,
 287 em Petrolina, conduzida em sistemas de espaldeira e lira, durante o segundo
 288 semestre de 2014 (julho a novembro) encontraram valores de temperatura média do

289 ar superiores (28,3 °C em espaldeira e 27,9 °C em lira). Da mesma forma, Vale *et al.*
290 (2016), também em Petrolina, encontraram para a videira 'Syrah' ao longo dos
291 estádios de desenvolvimento, durante o segundo semestre de 2015 (julho a
292 novembro), valores de temperatura média do ar de 27,1 °C, em espaldeira e de 26,8
293 °C, em lira

294 É provável que essas diferenças de temperatura entre os sistemas de espaldeira
295 e lira, em relação ao sistema de latada possam estar relacionadas à maior incidência
296 de radiação solar nesses dois primeiros sistemas. Por outro lado, além da absorção
297 de radiação maior nestes dois sistemas, o que faz eles aquecerem mais, o ar também
298 se aquece em função do aquecimento da superfície do solo, o qual é mais exposto
299 nos sistemas de espaldeira e lira. Deste modo, o microclima no interior do sistema em
300 latada, pode ser bem mais ameno do que nos sistemas de espaldeira e lira.

301 No entanto, a situação pode ser diferente em relação ao no primeiro semestre.
302 Santos *et al.* (2015), em pesquisa realizada em Petrolina, no primeiro semestre de
303 2014, observaram temperaturas do ar inferiores a obtida nesta pesquisa, em
304 espaldeira (26,0 °C) e em lira (25,5 °C). Isso se justifica pelo fato de que a cobertura
305 horizontal do sistema em latada atua impedindo que o calor armazenado em seu
306 interior escape fácil para a atmosfera, diferentemente os sistemas em espaldeira e lira
307 permitem que ocorra uma maior dissipação da energia armazenada no interior do
308 parreiral.

309 Comparando T_m (°C) com outras espécies vegetais e culturas agrícolas no Vale
310 do São Francisco, verifica-se que a temperatura sobre o parreiral durante o período
311 estudado foi inferior àquela encontrada por Souza (2013) para o microclima de
312 Caatinga e Pastagem, a qual observou uma temperatura média de 26,9 °C, ambas as
313 áreas, durante o segundo semestre de 2010. Por outro lado, Franca (2015), encontrou
314 para o tomateiro tipo cereja cultivado a céu aberto uma temperatura média do ar de
315 26,6 °C, entre os meses de agosto a outubro de 2014.

316 No caso da temperatura máxima do ar foram encontradas diferenças entre os
317 dois ambientes estudados, a partir crescimento de bagas (Figuras 2b e Quadro 1). No
318 entanto, as análises pelo teste t, mostraram que não houve diferença estatística
319 significativa entre os ambientes, durante a fase de crescimento de vegetativo. Esse
320 resultado, provavelmente está associado a dinâmica quantitativa e qualitativa da
321 cobertura do solo na área do parreiral já que no início do ciclo, a poda elimina todas
322 as folhas e, como a superfície do solo estava coberta de gramas e invasoras

323 herbáceas, isso proporcionou um albedo semelhante ao da grama na estação
324 meteorológica, o que contribuiu para não ocorrer diferença. Porém, a partir da
325 floração, o desenvolvimento foliar fez com que houvesse um contraste maior entre
326 ambientes. Com isso, no parreiral a temperatura máxima média alcançou 32,7 °C e
327 na estação meteorológica 33,1 °C, ou seja, sobre a videira Tx foi em média 0,4 °C
328 inferior à da estação meteorológica. A maior diferença ocorreu durante a fase de
329 maturação de ramos, em média -0,6 °C (Quadro 1). A barreira representada pelo
330 dossel da videira atuou uma maior penetração de radiação solar no interior do dossel,
331 logo reduziu Tx. Outro fator que deve ser considerado é que o dossel do parreiral é
332 significativamente maior do que à área da estação meteorológica, logo a bordadura
333 atenuou os efeitos condicionantes do clima, como a advecção de calor sensível ou
334 latente, fazendo com que sobre o parreiral houvesse uma maior estabilidade das
335 variáveis climáticas.

336 Hernandes *et al.* (2002) estudando as diferenças estacionais entre as variáveis
337 microclimáticas em Jundiaí-SP, do posto meteorológico e de um vinhedo, observaram
338 temperaturas máximas do ar sempre inferiores na estação meteorológica. No entanto,
339 Pedro Junior *et al.* (2013) também em Jundiaí-SP, encontrou temperaturas máximas
340 em um parreiral tipo espaldeira, superiores às do ambiente externo em 1,8 °C e 2,4
341 °C, no inverno e no verão respectivamente, e para o sistema de condução em Y,
342 encontraram temperaturas máximas no inverno e no verão superiores ao do ambiente
343 externo de 1,9 °C. Comiran *et al.* (2012) para 'Niagara Rosada' conduzida em latada,
344 na região de Bento Gonçalves-RS, também observaram diferenças de temperatura,
345 em comparação com o ambiente externo. Em resumo, pode se concluir que os
346 resultados obtidos nesta pesquisa, indicam que diferentemente das regiões sudeste e
347 sul, o parreiral na região Submédio do São Francisco, quando se encontra com uma
348 cobertura razoável de área foliar, proporciona efeito amenizador na temperatura
349 máxima, comparado ao ambiente externo.

350 Segundo Spayd *et al.* (2002) a Tx tem um efeito significativo sobre a qualidade
351 dos frutos, altas temperaturas (>35,0 °C) podem reduzir ou interromper a fotossíntese,
352 levando à redução do acúmulo de carboidratos e reservas, bem como a degradação
353 de ácidos. Durante o experimento, as temperaturas em 12 dias alcançaram ou
354 ultrapassaram 35,0° C e em 9 desses ocorreram durante a fase de maturação das
355 bagas. Entretanto, o teor médio de sólidos solúveis totais atingiu 15,1 °Brix, valor
356 semelhante àqueles encontrados em outras pesquisas para a mesma cultivar no

357 Submédio do São Francisco (Andrade *et al.*, 2016; Ferreira *et al.*, 2014), estando
358 dentro do padrão comercial reportado na Instrução Normativa nº1, de 1º de fevereiro
359 de 2002 (BRASIL, 2002), a qual determina que as uvas finas de mesa apresentem o
360 mínimo de sólidos solúveis igual a 14 °Brix. Na Austrália, no National Security College
361 (NSC), Greer & Weedon (2013) verificaram que, a ocorrência de um evento
362 meteorológico, mesmo com a temperatura máxima ultrapassando 40 °C durante 14
363 dias, ela não afetou negativamente a produtividade da videira Semillon (*Vitis vinífera*
364 L).

365 Em relação a temperatura mínima (Tn), com exceção da fase de crescimento de
366 bagas, estas em médias foram sempre superiores sobre a videira, ratificando a ideia
367 de que o parreiral, devido a sua maior área de cobertura ameniza o efeito de eventos
368 extremos microclimáticos (figura 2C e Quadro 1). Em média, Tn sobre a estação
369 meteorológica foi inferior à registrada sobre o parreiral durante as fases iniciais e finais
370 de desenvolvimento, devido a menor cobertura após a poda inicial e no final em função
371 da queda de folhas pela ocorrência da senescência. A mínima absoluta foi atingiu um
372 valor extremamente baixo para a região 13,9 °C na estação e de 15,1 °C sobre o
373 parreiral, já as médias por estágio de desenvolvimento variaram de 14,0 °C a 24,6 °C
374 e de 15,1 °C a 24,7 °C, respectivamente, e para todo o ciclo, a diferença média entre
375 os ambientes foi de 0,3 °C. Hernandez *et al.* (2002) estudando diferenças estacionais
376 entre variáveis microclimáticas para ambientes de interior de mata e posto
377 meteorológico em um vinhedo da variedade 'Niagara Rosada' cultivada em espaldeira,
378 em Jundiaí-SP, observaram para diferentes estações do ano, valores de temperatura
379 mínima média do ar mais elevados em estação meteorológica, em comparação com
380 a de vinhedos, ou seja, diferenças de 0,2 a 1,2 °C.

381 A umidade relativa máxima (URx) sobre a videira foi, em média apenas 0,1%
382 inferior à da estação meteorológica (Quadro 1). No entanto, o teste t indicou que houve
383 diferença significativa da URx entre os ambientes durante o estágio de crescimento
384 de bagas. Em termos médios, a umidade relativa média mínima do ar (URn) foi 0,2%
385 superior sobre o parreiral, alcançando -0,7% durante o crescimento de bagas e 0,9%
386 na maturação de ramos (figura 2D). As análises estatísticas pelo teste t mostrou que
387 houve diferença significativa durante o crescimento vegetativo e maturação de ramos,
388 bem como para todo o ciclo de cultivo, cujos valores diferiram daqueles encontrados
389 por Hernandez *et al.* (2002), em Jundiaí-SP, que observaram diferença na URn de até

390 4,9% superior no posto meteorológico, em comparação a URn de vinhedos da
391 variedade 'Niágara Rosada'.

392 Durante a fase experimental desta pesquisa, observou-se a velocidade do vento
393 (Vv) teve comportamento praticamente semelhante, sobre as áreas estudadas
394 superiores, tendo em vistas que, durante quase todo o ciclo de cultivo, diferença
395 aritmética média foi de apenas de 0,1 m.s⁻¹ (Figura 2F e Quadro 1). No entanto, de
396 acordo com o teste t só não houve diferença significativa entre os ambientes, apenas
397 durante o estágio de maturação de ramos.

398

399 **Comportamento dos componentes do balanço de radiação**

400

401 Na Tabela 01 são apresentados os valores médios diários dos componentes
402 do balanço de radiação: Radiação global (Rg), radiação refletida (Rr), radiação de
403 ondas longas emitida pela atmosfera (Ra) e radiação emitida pela superfície (Rs)
404 observados sobre a videira durante as fases de desenvolvimento, bem como o
405 balanço de radiação de ondas curtas (BOC), o balanço de radiação de ondas
406 longas (BOL), o saldo de radiação (Rn) e a relação de $R_n \cdot R_g^{-1}$. Verifica-se que os
407 componentes do balanço de radiação de ondas curtas foram muito dependentes da
408 sazonalidade. Já as regressões lineares entre balanço de ondas curtas (BOC), o saldo
409 de radiação (Rn) e a radiação refletida (Rr) se ajustam bem a modelos lineares,
410 mostrando coeficientes de correlação superiores a 0,82. A radiação solar global (Rg)
411 apresentou valores menores nos estágios iniciais de desenvolvimento da cultura, de
412 julho a agosto, e maiores nos meses de outubro e novembro, e para todo o ciclo
413 variou de 11,86 a 28,53 MJ m⁻² d⁻¹, e apresentou um valor médio de 23,07 MJ m⁻².d⁻¹.
414 Estes resultados refletem o comportamento radiativo da região, uma vez que este
415 elemento meteorológico varia ao longo do ano em função da: latitude, altitude,
416 transmitância atmosférica e albedo (SOUSA *et al.*, 2015). Comportamentos
417 semelhantes foram verificados para a radiação refletida, balanço de ondas curtas
418 (BOC) e saldo de radiação (Rn).

419 A maior incidência de radiação solar a superfície do solo na fase inicial do ciclo
420 produtivo, proporcionou uma maior absorção da radiação solar incidente (Rg), até os
421 23 DAP, resultando em maiores valores médios de Rg, no interior do parreiral. Desde
422 na medida em que gradativamente a cobertura foliar foi se desenvolvendo, menor
423 quantidade de radiação global atingiu o interior do parreiral.

424 Os valores médios diários relativos à radiação emitida pelo dossel da videira
425 foram mais elevados do que a emitância da radiação atmosférica, resultando em
426 valores negativos, situação que proporcionou uma elevação gradativa até a
427 colheita. Os valores máximos do BOL $-8,8 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$, foram observados nos
428 primeiros dias após a poda de produção. Esse comportamento decorreu do fato
429 de que no início do ciclo, a maior exposição da superfície do solo devido a
430 cobertura foliar do parreiral, favoreceu o aquecimento do solo e conseqüente a
431 uma maior emissão de radiação de ondas longas pela superfície. A partir de então,
432 a diferença média entre R_a e R_s ocorreu diminuição até o final do ciclo. Pode ser
433 observado na Tabela 01, que as médias para cada estágio de desenvolvimento
434 vão diminuindo, ou seja, $-7,2 \text{ MJ.m}^{-2}.\text{d}^{-1}$ durante o crescimento vegetativo; $6,2 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$
435 ¹ na floração, maturação de ramos $-5,9 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ e maturação de bagas $-5,3 \text{ MJ.m}^{-2}$
436 ² d^{-1} .

437 O saldo de radiação (R_n) variou de $9,7$ a $22,0 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ e apresentou um valor
438 médio de $12 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$. Analisando os dados por fase fenológica, a menor média foi
439 de R_n foi registrada durante a floração $10,3 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, e as maiores, durante a
440 maturação de ramos e de bagas, $13,4 \text{ MJ m}^{-2}.\text{d}^{-1}$. A razão $R_n.R_g^{-1}$ apresentou os
441 menores valores durante até os 36 DAP, em média $48,3\%$ e maiores durante a
442 maturação de ramos $56,4\%$, enquanto a média para todo o ciclo foi $52,1\%$. Esse
443 comportamento também foi observado por Vale (2016), que estudando o balanço de
444 radiação sobre a videira 'Syrah', conduzida nos sistemas espaldeira e lira, no
445 Submédio do Vale do São Francisco, em 2015, observou que a razão $R_n.R_g^{-1}$ elevou-
446 se desde a poda de produção da videira até a colheita.

447 Os resultados obtidos também foram semelhantes aos encontrados por Santos
448 *et al.* (2015), durante segundo semestre de 2014, para a videira "Syrah" no Submédio
449 do São Francisco, que obtiveram para o ciclo de produção valores médios R_n de $10,8$
450 e $11,5 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ e da razão $R_n.R_g^{-1}$ $48,0$ e $51,1\%$ para os sistemas de condução em
451 espaldeira e lira, respectivamente. Outro fator que pode ter afetado o balanço de
452 radiação foi a estrutura do parreiral, já que no sistema latada a folhagem é distribuída
453 horizontalmente, logo ocorre uma menor exposição do solo em comparação com os
454 sistemas de lira e espaldeira.

455

456 **Tabela 01.** Valores médios dos componentes do balanço de radiação para as cinco quatro
 457 fases de desenvolvimento da videira cv. Itália muscat durante o segundo semestre de 2016,
 458 no Submédio do Vale São Francisco, Petrolina-PE.

Variáveis	Fases fenológicas						Parametrizações	R ²
	CV	FL	CB	MR	MB	CICLO		
*R _g	22,1	21,0	23,0	23,7	24,4	23,1	-	
*R _r	4,4	4,5	5,1	5,1	5,1	4,9	R _r = 0,211R _g - 0,0031	0,93
**α	19,9	21,4	22,0	21,3	20,9	21,1	-	-
*BOC	17,7	16,5	18,0	18,7	19,3	18,2	BOC= 0,789R _g +0,0031	0,99
*R _a	31,1	32,5	32,7	33,9	33,3	32,6	-	-
*R _s	38,3	38,7	38,6	39,2	39,2	38,7	-	-
*BOL	-7,2	-6,2	-5,8	-5,3	-5,9	-6,2		
*R _n	10,5	10,3	12,1	13,4	13,4	12,0	R _n =0,5646R _g -0,9869	0,82
**R _n .R _g -1	47,4	49,3	52,7	56,4	55,0	52,1	-	-

459 *Valores dados em MJ m⁻² d⁻¹; ** valores em porcentagem; R_g=Radiação solar global incidente; R_r=radiação solar refletida;
 460 α=albedo; R_a=radiação de ondas longas incidente; R_s=radiação de ondas longas refletida; BOC=Saldo de radiação de ondas
 461 curtas; BOL=Saldo de radiação de ondas longas; R_n=Saldo de radiação. CV – Crescimento vegetativo; FL – floração; CB –
 462 crescimento de bagas (Frutificação); MR – maturação de ramos e; MB – maturação de bagas.

463
 464 Em resumo, durante a fase de crescimento vegetativo, R_r e R_n, corresponderam
 465 a 19,9% e 47,4% de R_g, respectivamente. Os menores valores do albedo em todo o
 466 ciclo produtivo na fase inicial, enquanto que durante o crescimento de bagas, o albedo
 467 apresentou o maior valor médio 22,0%, e a partir daí até a colheita valores entre 20,9
 468 e 21,3%. Avaliando-se em escala diária, tem-se que o albedo médio variou de 19,12
 469 a 23,2% entre a poda de produção e o início da frutificação, diminuiu para 20,3% no
 470 início da fase maturação de bagas e, aumentou novamente para 21,11% na fase da
 471 colheita. Esse comportamento do albedo corrobora com o que foi observado por
 472 Radünz *et al.* (2013) que observaram decréscimo da transmitância de radiação solar
 473 desde a poda de produção até o período de máximo desenvolvimento vegetativo.
 474 Diferentemente, Rodrigues *et al.* (2012) em Casa Nova - BA, observou um
 475 comportamento diferente do albedo para a videira “Syrah” durante o segundo
 476 semestre de 2010, com os valores máximos registrados próximo a poda, em torno de
 477 24%, e reduzindo-se ao longo do ciclo de produção até o valor de 15%. Apesar disso,
 478 o albedo médio diário para todo o ciclo foi de 20%.

479

480 CONCLUSÕES

481

482 A sazonalidade climática e a dinâmica do dossel da videira controlaram a
483 quantidade, a qualidade e a distribuição temporal da radiação solar que penetra no
484 interior do parreiral. O parreiral influenciou no microclima durante o ciclo produtivo da
485 videira, reduzindo os máximos e elevando os mínimos das variáveis temperatura e
486 umidade relativa do ar, em relação a estação meteorológica.

487 As regressões mostraram que as variáveis: temperatura do ar, umidade do ar e
488 velocidade do vento, bem como o balanço de radiação de ondas curtas, radiação
489 refletida e o saldo de radiação observada nos dois ambientes estudados,
490 apresentaram boa correlação, o que permite que estas variáveis sejam estimadas
491 para o ambiente do parreiral com boa precisão a partir de equações parametrizadas,
492 usando-se dados da estação meteorológica.

493

494 **AGRADECIMENTOS**

495

496 Os autores agradecem ao Conselho Nacional de Aperfeiçoamento do Ensino
497 Superior (CAPES) pela concessão de bolsa ao primeiro autor e à Fazenda
498 Agropecuária Água do Vale pela disponibilização da área de estudo.

499

500 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

501

502 ANDRADE, V. P. M.; DIAS, M. S.; SILVA, J. A. B.; SOUSA, J. S. C.; SIMÕES, W. L.
503 Yield and quality of 'Italia' grapes submitted to irrigation and fertilization control at the
504 San Francisco Valley, Brazil. **Revista Comunicata Scientiae**, v.7, p. 175-182, 2016.

505

506 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa
507 nº.1, de 1 de fevereiro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e de
508 Qualidade para a Classificação da Uva Fina de Mesa. **Diário Oficial da República**
509 **Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 2002.

510

511 COMIRAN, F.; BERGAMASCHI, H.; HECKLER, B.M.M.; SANTOS, H.P.; ALBA, D.;
512 SARETTA, E. Microclima e produção de videiras 'Niágara Rosada' em cultivo orgânico
513 sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.34, n.1,
514 p.152-159, 2012.

515

- 516 EMBRAPA SEMIÁRIDO. Médias anuais da Estação Agrometeorológica de
517 Bebedouro. Petrolina, 2015. Acesso em: 30.11.2017.
- 518
- 519 FRANCA, R. J. F. Microclima, eficiência do uso da água e produtividade para dois
520 sistemas de produção do tomate tipo cereja, no Submédio do vale do São Francisco
521 Juazeiro – BA. **Dissertação** (mestrado). 2015.
- 522
- 523 GREER, D. H.; WESTON, C. - Greer D. H., Weston C.. Heat stress affects flowering,
524 berry growth, sugar accumulation and photosynthesis of *Vitis vinifera* cv. Semillon
525 grapevines grown in a controlled environment. **Funct. Plant Biol**, v.37, p. 206–214,
526 2013.
- 527
- 528 HUNTER, J. J.; VOLSCHEK, C.G.; ZORER, R. Vineyard row orientation of *Vitis*
529 *vinifera* L. cv. Shiraz/101-14 Mgt: Climatic profiles and vine physiological status.
530 **Agricultural and Forest Meteorology**, v.228–229, p.104-109, 2016.
- 531
- 532 HERNANDES, J. L.; PEDRO-JÚNIOR, M. J.; BARDIN, L. Diferenças estacionais entre
533 variáveis microclimáticas para ambientes de interior de mata, vinhedo e posto
534 meteorológico em Jundiá (SP). **Revista Bragantia**, v. 61, p.169-180, 2002.
- 535
- 536 PEDRO JÚNIOR, M. J.; HERNANDES, J. L.; BLAIN, G. C.; ROLIM, G. S. Microclima
537 em vinhedos de ‘niagara rosada’ em diferentes sistemas de condução durante safras
538 de inverno e de verão. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.35, p.151-158, 2013.
- 539
- 540 RADÜNZ, A. L.; SCHÖFFEL, E. R.; M. O. C.; BRIXNER, G. F. Efeito da época de poda
541 e da desfolha na interceptação de radiação solar na videira Bordô. **Revista Bragantia**,
542 v.72, p.403-407, 2013.
- 543
- 544 SÁ, N. C.; SILVA, E. M. S.; BANDEIRA, A. S. A cultura da uva e do vinho no Vale do
545 São Francisco. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, p. 461-491, volume
546 especial, 2015.
- 547
- 548 SANTOS, R. A. de M.; MOURA, M. S. B. de; OLIVEIRA, L. D. da S.; SOUZA, L. S. B.
549 de; LEAO, P. C. de S. Balanço de radiação em videira Syrah em diferentes sistemas

- 550 de condução no Submédio do Vale São Francisco. **X jornada de iniciação científica**
551 **da Embrapa Semiárido**, Petrolina, 2015.
- 552
- 553 SANTOS, S. A.; CORREIA, M. F.; ARAGÃO, M. R. S., SILVA, P. K. O. Aspectos da
554 variabilidade sazonal da radiação, fluxos de energia e CO₂ em área de Caatinga.
555 **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.4, p.761-773, 2012.
- 556
- 557 TEIXEIRA, A.H.C.; LIMA FILHO, J.M.P. Relações entre o índice de área foliar e
558 radiação solar na cultura da videira. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.5,
559 p.143-146, 1997.
- 560
- 561 RODRIGUES, G. D. S.; MOURA, M. S. B.; SOUZA, L. S. B.; NASCIMENTO, J. F.;
562 LEÃO, P. C. S. Reflectância de um vinhedo irrigado no Submédio do vale do São
563 Francisco. In: **Congresso brasileiro de Meteorologia**, Gramado, Rio grande do Sul,
564 2012.
- 565
- 566 SOUZA, M. C. S. Comparação de clima de caatinga e pastagem. Trabalho de
567 conclusão de curso.
- 568 SOUZA, L. S. B.; MOURA, M. S. B.; SEDIYAMA, G.C.; SILVA, T.G. F. Balanço de
569 radiação em ecossistema de Caatinga preservada durante um ano de seca no
570 semiárido Pernambucano. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v.08, p. 041-055.
571 2013.
- 572
- 573 UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE FOREIGN AGRICULTURAL
574 SERVICE-USDA. **Fresh Deciduous Fruit: World Markets and Trade (Apples,**
575 **Grapes, & Pears)**. 2017.

1 4. ARTIGO 2

2

3 **PRODUTIVIDADE, QUALIDADE E RENTABILIDADE ECONÔMICA DA VIDEIRA** 4 **'ITÁLIA MUSCAT' SUBMETIDA A DIFERENTES LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO**

5

6 F. E. S. de Andrade¹, M. M. V. B. B. R. Leitão², G. M. de Oliveira³, P. C. S. Lima⁴, J. R. R. da Silva⁵

7

8 **RESUMO:** O presente trabalho objetivou avaliar a produtividade, qualidade e
9 rentabilidade econômica da uva de mesa 'Itália Muscat', em função de lâminas de
10 irrigação. A pesquisa foi conduzida em um parreiral, em sistema de latada, irrigado
11 por gotejamento, na propriedade Águia do Vale, projeto de irrigação Maria Tereza, em
12 Petrolina-PE, no período de julho a novembro de 2016. Foram adotadas quatro
13 lâminas de irrigação: T1 - irrigação convencional da propriedade; T2 (90% ET_o); T3
14 (100% ET_o); e T4 (110% ET_o) e coeficientes de cultura locais. Foi utilizado o
15 delineamento inteiramente casualizado (DIC) com vinte repetições. Os seguintes
16 parâmetros foram avaliados: peso médio de cachos (kg), produção média de cachos
17 por planta, número médio de cachos por planta, produtividade (t ha⁻¹), teor de sólidos
18 solúveis totais, bem como os seguintes indicadores econômicos: Receita bruta e
19 líquida, Relação benefício/Custo, Ponto de nivelamento ou equilíbrio econômico e
20 Margem de segurança. As lâminas de irrigação aplicadas em T1, T2, T3 e T4
21 totalizaram: 638,3; 548,0; 563,4; e 598,0 mm, respectivamente. O tratamento T4 foi o
22 mais se destacou, apresentou maior produtividade (33,86 t ha⁻¹), bagas com maior
23 teor de sólidos solúveis totais (17,3 °Brix) e gerou a maior receita líquida de R\$
24 72518,46 ha⁻¹.

25

26 **PALAVRAS CHAVE:** Produção de uvas, manejo da água, economia.

27

1 MSc. em Engenharia Agrícola, Eng. Agrônomo – UFSB, Itabuna-BA. Email: felipeandrade@ufsb.edu.br.

² Doutor, Professor do Colegiado de Engenharia Agrícola e Ambiental, UNIVASF, Juazeiro, BA.

³ Doutora, Professora, DTCS/UNEB, Juazeiro, BA.

⁴ Doutor, Professor do Colegiado de Engenharia Agrônômica, UNIVASF, Petrolina, PE.

⁵ MSc, Prof. CCINAT/UNIVASF, Senhor do Bonfim, BA.

28 PRODUCTIVITY, QUALITY AND ECONOMIC PROFITABILITY OF 'ITALY 29 MUSCAT' TABLEGRAPE SUBMITTED TO DIFFERENT IRRIGATION REGIMES

30

31 **ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the productivity, quality and
32 economical profitability of 'Italia Muscat' table grape, as a function of irrigation slides.
33 The research was conducted in a vineyard, in a drip irrigated system, in the property
34 Águia do Vale, Maria Tereza irrigation project in Petrolina-PE, from July to November,
35 2016. Four irrigation slides were adopted: T1 - conventional irrigation of the property;
36 T2 (90% ETO); T3 (100% ETO); and T4 (110% ETO) and local culture coefficients.
37 The completely randomized design (DIC) with twenty replicates was used. The
38 following parameters were evaluated: average bunches weight (kg), average bunches
39 production per plant, average number of bunches per plant, productivity ($t \cdot ha^{-1}$), total
40 soluble solids content, as well as the following economic indicators: gross and net,
41 Ratio of benefit/cost, leveling point or economic balance and safety margin. The
42 irrigation slides applied in T1, T2, T3 and T4 totaled: 638.3; 548.0; 563.4; and 598.0
43 mm, respectively. The T4 treatment was the most outstanding, presenting higher yield
44 ($33.86 t \cdot ha^{-1}$), berries with higher soluble solids total content (17.3 °Brix) and generated
45 the highest net revenue of R\$ 72518,46 ha^{-1} .

46

47 **KEY-WORDS:** table grapes production, water management, economy.

48

49 INTRODUÇÃO

50

51 A viticultura de mesa exerce um papel importante para a economia brasileira. De
52 acordo com dados do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), o
53 Brasil produziu aproximadamente 970.000 de toneladas de uvas finas de mesa, na
54 safra 2016-2017, o que representa 4,4% da produção mundial, colocando o país como
55 o sexto maior produtor no ranking internacional, (USDA, 2017). A maior parte dessa
56 produção concentra-se no Submédio do Vale do São Francisco, nos estados de
57 Pernambuco e Bahia, especialmente nos perímetros públicos de irrigação localizados
58 no município de Petrolina-PE.

59 De acordo com a Companhia de Desenvolvimento dos Vale do São Francisco e
60 do Parnaíba (CODEVASF) 98,72% de toda a uva fina de mesa exportada pelo Brasil
61 no período de 2009 a 2015 foi produzida no Submédio do Vale do São Francisco e do

62 ponto de vista socioeconômico, a fruticultura irrigada gerou 97 mil empregos diretos e
63 145 mil indiretos, totalizando 242 mil postos de trabalho em 2016. (CODEVASF, 2017)

64 Esse cenário de produção é sustentado principalmente pelas condições
65 favoráveis de clima, de solo, a aparente abundância de recursos, a mão de obra
66 disponível e os investimentos públicos e privados os quais viabilizam os
67 empreendimentos (Sá *et al.*, 2015).

68 A concepção e a gestão dos sistemas de irrigação sem a quantificação real da
69 evapotranspiração ou do consumo hídrico da parcela agrícola são apenas conjecturas
70 fazendo com que o uso eficiente da água revista-se de um grande desafio seja pela
71 baixa disponibilidade de informações, falta de capacitação dos irrigantes ou ingerência
72 (Waller & Yitayew 2016).

73 A aplicação de um volume de água adequado a cada cultura, além de atender
74 as necessidades hídricas das plantas é um fator fundamental para o aumento ou
75 manutenção da produtividade e da qualidade dos frutos produzidos, no entanto,
76 segundo CARVALHO *et al.* (2011) sustenta que muitas vezes os valores ET_o
77 disponíveis não são representativos da realidade do local onde é feita irrigação, o que
78 leva a aplicação de lâminas de irrigação excessivas ou insuficientes e a adoção e
79 aprimoramento, pela Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação
80 (FAO), do método desenvolvido por Allen *et al.* (1998), como método padrão, tem
81 permitido estimar a ET_o de forma mais precisa. Quando não se tem a medida direta
82 da evapotranspiração de uma cultura (ET_c), estima-se a ET_c a partir da
83 evapotranspiração de referencia (ET_o), associando a coeficientes de cultivo (k_c)
84 conforme cada fase de desenvolvimento da cultura.

85 O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito de lâminas de irrigação baseadas
86 em percentuais da ET_o associadas a coeficientes de cultivo locais sobre a produção,
87 produtividade e rentabilidade de um parreiral de videira cv. Itália Muscat.

88

89 MATERIAL E MÉTODOS

90

91 A pesquisa foi realizada em um parreiral da videira 'Itália Muscat' na Fazenda
92 Agropecuária Águia do Vale' (09° 06' S; 40° 30' W) na zona rural do município de
93 Petrolina, Pernambuco, no período de 04 de julho e 09 de dezembro..

94 O experimento foi conduzido em um delineamento inteiramente casualizado
95 (DIC) fazendo-se aplicação de quatro lâminas de irrigação: tratamento T1 - lâmina

96 convencional aplicada rotineiramente pela fazenda Águia do Vale (testemunha);
97 Tratamento T2 - 90% de ET_o ; Tratamento T3 - 100 % de ET_o ; Tratamento T4 - 110%
98 de ET_o . As lâminas de água foram determinadas em função de percentuais de ET_o
99 associando-as a coeficientes de cultivo (k_c) e a lâmina convencional aplicada na
100 fazenda.

101 os valores de ET_o correspondentes a cada tratamento foram multiplicadas por
102 coeficientes de cultura (k_c) empregados pelos produtores da região, conforme
103 recomendações técnicas da Cooperativa Agrícola de Juazeiro (CAJ). Os coeficientes
104 para cada fase de desenvolvimento da videira seguiram os critérios adotados pela
105 administração da referida fazenda, os quais corresponderam a 0,8 no período entre a
106 poda de produção e o início da floração; 0,3 durante a floração; 1,1 durante o período
107 de frutificação, crescimento e desenvolvimento de bagas; 0,5 na maturação de ramos
108 e; 0,7 na fase de maturação de bagas.

109 Os parreirais estudados conforme já mencionado são em sistema de latada e as
110 videiras localizadas em camalhões de 0,5 m de altura e espaçamento de plantio de
111 3,5 x 2,0 m. O solo é classificado como Argissolo Amarelo e o sistema de irrigação
112 utilizados foi o gotejamento. O cálculo da quantidade de água ministrada diariamente,
113 foi realizado e adotando-se como parâmetros básicos de entrada: a vazão do sistema
114 de irrigação (2,1 L/h), a número de emissores por planta, a área de domínio pela
115 planta, a eficiência do sistema (0,9), o coeficiente de cultivo (K_c), a evapotranspiração
116 de referência (ET_o) e a precipitação pluviométrica.

117 As podas de produção e colheita foram realizadas nas seguintes datas: T1 foi
118 realizada em 04/07/2016 e a colheita em 08/11/2016, em T2 a poda foi feita em
119 08/08/2016 e a colheita em 09/10/2016, em T3 a poda foi realizada em 18/07/2016 e
120 a colheita em 16/11/2016 e em T4 a poda foi realizada em 25/07/2016 e a colheita em
121 26/11/2016. Os dados climáticos foram obtidos diretamente em uma estação
122 meteorológica automática instalada a cerca de trinta metros do parreiral, cujos
123 sensores foram conectados a um sistema automático de aquisição de dados
124 (MICROLOGGER CR23X, Campbell Cientific) programado para efetuar leituras a
125 cada 5 segundos, gerar medias horárias e medias e valores extremos diários ao final
126 do dia.

127 A ET_o foi calculada pela equação de PM-FAO parametrizada pela FAO (ALLEN
128 *et al.*, 1997) como segue:

129

$$ET_o = \frac{0.408\Delta(R_n - G) + \gamma \left(\frac{900}{T_{\text{mean}} + 273} \right) u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0.34u_2)} \quad (1)$$

130

131

132 Em que: ET_o é a evapotranspiração de referência (mm dia^{-1}), R_n é o saldo de radiação
 133 ($\text{MJ m}^2 \text{ dia}^{-1}$), G é fluxo de calor no solo ($\text{MJ m}^2 \text{ dia}^{-1}$), T_{mean} é temperatura média do
 134 ar ($^{\circ}\text{C}$), u_2 é a velocidade do vento à 2m (m s^{-1}), e_s é a pressão de saturação de vapor
 135 d'água (kPa), e_a é a pressão de vapor parcial d'água (kPa), Δ é declividade da curva
 136 de pressão de vapor ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$) e λ é o parâmetro psicrométrico ($\text{kPa } ^{\circ}\text{C}^{-1}$).

137 Para levantamento dos dados climáticos foram utilizados os seguintes
 138 instrumentos: sensores de temperatura do ar e umidade do ar (Campbell),
 139 psicrômetros (Vaisala), anemômetros (Young), net radiômetros CNR1 (Kipp & Zonen),
 140 piranômetros Espectrais PSP (Eppley), telepluviômetro (Texas) e fluxímetro.

141 As variáveis produtivas seguintes foram analisadas: produtividade física
 142 estimada (PF) em t.ha^{-1} , número médio de cachos por planta (NMCP), peso médio de
 143 cachos (PMC) em Kg, produção de cachos por planta (PMCP) em kg.planta^{-1} , teor de
 144 sólidos solúveis totais (TSS, $^{\circ}\text{Brix}$), diâmetro das bagas em mm, Comprimento de
 145 bagas (CB) em mm e Eficiência no uso da água da irrigação (EUA) em Kg.m^{-3} .

146 A análise econômica foi realizada com base nos seguintes índices de eficiência
 147 econômica: Ponto de equilíbrio (PE), Margem de Segurança (MS) e a relação
 148 Benefício/Custo (B/C), Receita Bruta e Receita Líquida. O delineamento experimental
 149 utilizado foi delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 20 repetições, em que
 150 uma planta correspondeu a uma repetição.

151 A colheita obedeceu ao cronograma estabelecido pela empresa, sendo que a
 152 produção física com o auxílio de balança de precisão e as medidas de diâmetro e
 153 comprimento com paquímetro digital, modelo STMRET 727. O teor de sólidos solúveis
 154 foi aferido com um refratômetro analógico, modelo RHB 90. Foram amostrados vinte
 155 bagas e vinte cachos de cada uma das vinte plantas para determinação dos
 156 parâmetros de produção e de qualidade.

157 Para a caracterização dos custos e receitas foi utilizado o método proposto por
 158 GOMES (1985) em que o Custo total (C) corresponde ao somatório dos dispêndios
 159 diretos e indiretos, determinados pela soma dos Custos Operacionais Efetivos (COE),
 160 que correspondem aos custos variáveis ou despesas diretas com desembolso

161 financeiro desde o preparo do solo até a colheita, e os Custos indiretos (CI) os quais
162 refletem os custos fixos e as despesas indiretas que tem o produtor para obter da
163 produção de um hectare de uva em plena produção.

164 O ponto de equilíbrio, um indicador de segurança do negócio pois mostra qual o
165 valor das vendas que permite a cobertura dos gastos totais (custos fixos e variáveis).
166 Neste ponto (PE) os gastos são iguais à receita advinda da produção, ou seja, a
167 exploração não apresenta lucro nem prejuízo. Com isso, é eliminada a possibilidade
168 de prejuízo em sua operação. A formula utilizada na determinação do ponto de
169 equilíbrio é apresentado a seguir:

170

$$171 \qquad \qquad \qquad PE = C / P \qquad \qquad \qquad (2)$$

172

173 Em que: PE é o ponto de equilíbrio; C é o custo total; P é o valor médio anual da
174 venda de um quilograma de uva 'Itália Muscat', praticado no mercado no ano de 2016.

175 A margem de segurança é um indicador estático do risco econômico,
176 identificando até que ponto o preço do produto pode cair ou os preços dos insumos
177 podem subir até a exploração começar a registrar prejuízo.

178

$$179 \qquad \qquad \qquad MS = (C - R) / R \qquad \qquad \qquad (3)$$

180

181 Em que: MS é a margem de segurança; C é o custo total em um ciclo de
182 produção; e R é a receita financeira.

183 O Retorno sobre o investimento, calculado conforme procedimento adotado
184 (equação 05) mede a eficiência global da administração na geração de lucros com
185 seus ativos disponíveis. Quanto mais alta for esta taxa melhor a rentabilidade do
186 investimento. A lucratividade do empreendimento: Receita financeira/Custo Total.

187

$$188 \qquad \qquad \qquad B/C = R / C \qquad \qquad \qquad (4)$$

189

190 Em que: BC é a relação benefício/custo; R é a receita financeira e; C é o custo
191 total de produção em um ciclo de produção.

192 Os dados foram submetidos à Análise de Variância – ANOVA, teste 'F', e as
193 diferenças significativas, determinadas pelo teste de Tukey, ao nível de probabilidade

194 de erro (p) menor que 5% e a análise de regressão. Utilizou-se os softwares
195 QuatroPRO versão 4.0 e o Sirvar versão 5.1 na análise dos resultados.

196

197 RESULTADOS E DISCUSSÃO

198

199 A duração do ciclo fenológico e a lamina de irrigação aplicada sobre cada
200 tratamento em diferentes datas de poda de produção são apresentados na Tabela 1.
201 Os valores médios diários e totais acumulados referentes às lâminas aplicadas
202 variaram de 4,4 a 5,5 mm d⁻¹ e de 458 a 638 mm, respectivamente. A duração do ciclo
203 fenológico foi variável, sendo a maior, 127 dias, ocorrido em T1 e a menor, 121 dias,
204 em T3, evidenciando que houve retardamento da maturação tecnológica dos frutos
205 em T1 quando comparados aos demais tratamentos.

206

207 **Tabela 01.** Laminas de irrigação (média diária e acumulada) e ciclo fenológico para um hectare de
208 uva da variedade "Itália Muscat", submetida a diferentes laminas de irrigação durante a safra 2016.2,
209 em Petrolina, PE.

Tratamentos	Lâmina diária (mm dia ⁻¹)	Lâmina acumulada (mm)	Ciclo (dias)
T1	5,5	638,0	127
T2	4,4	548,0	123
T3	4,7	563,4	121
T4	4,8	598,0	124

210 mm: milímetros; T1: lâmina convencional da propriedade; T2: 90% da evapotranspiração; T3: 100% da evapotranspiração; T2:
211 110% da evapotranspiração.

212

213 Esses resultados diferem dos encontrados por Teixeira *et al.* (1999) estudando
214 a videira 'Itália' no município de Petrolina-PE no período de 03/06 a 11/09/1994 que
215 observaram uma evapotranspiração acumulada de 503,0 mm ao longo do ciclo
216 produtivo, o que correspondeu a um valor médio diário de 4,2 mm, para os 117 dias
217 do ciclo. Freitas *et al.* (2006) usando os coeficientes de cultura da videira 'Itália'
218 sugeridos pela Organização das nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura
219 (FAO) e dados das Normais Climatológicas de 1961 a 1990 para a toda a Bacia do
220 Rio São Francisco, encontraram para o Polo Petrolina/Juazeiro, valor médio de ETc
221 acumulada de 523,3 mm e valores médios diários de 4,3 mm.

222 A produtividade física apresentou variação significativa entre os tratamentos
223 (Tabela 2). As maiores produtividades ocorreram nos tratamentos T4 (33,9 t há⁻¹) e
224 T3 (32,0 t há⁻¹), as quais foram bem superiores aos dos tratamentos T1 (28,6 t há⁻¹) e

225 T2 (25,5 ton.ha⁻¹), respectivamente. Essas maiores produtividades obtidas estão de
 226 acordo com Silva *et al.* (1998), que afirmaram que a produtividade ótima para videira
 227 cv. Itália no Vale do Rio São Francisco situa-se entre 30 e 40 t ha⁻¹.

228

229 **Tabela 02.** Produtividade física estimada (t ha⁻¹) para um hectare de uva da variedade "Itália Muscat",
 230 submetido a diferentes laminas de irrigação durante a safra 2016.2, em Petrolina, PE.

Tratamentos	Produtividade
T1 – Lâmina convencional	28,6ab
T2 – 90 % da ETO	25,5b
T3 – 100 % da ETO	32,0a
T4 – 110 % da ETO	33,9a

231 Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

232

233 A menor produtividade observada no tratamento T2, provavelmente está
 234 relacionada com a menor disponibilidade de água aplicada, visto que o mesmo
 235 recebeu a menor lâmina d'água (90%). Portanto, isso contribuiu para menor
 236 desenvolvimento das bagas e conseqüentemente menor produtividade. Já em relação
 237 ao tratamento 1, pode ter ocorrido o oposto, ou seja, provavelmente o excedente
 238 hídrico ocasionou diminuição ou falta de aeração nas raízes, reduzindo a respiração
 239 das plantas e, conseqüentemente, a translocação dos compostos orgânicos e a
 240 absorção ativa dos mesmos.

241 Pereira *et al.* (2017) ao estudar no Campus experimental do IF Sertão-PE, em
 242 Petrolina/PE, o efeito de diferentes frações da evapotranspiração sobre a videira 'Itália
 243 muscat podada em 14/03/2016 e colhida em 07/07/2016. Obteve valores máximos
 244 próximos aos encontrados nesta pesquisa, ou seja, uma produtividade de 35,97 t ha⁻¹
 245 para uma lâmina correspondente a 102% da ETc. No entanto, Andrade *et al.* (2015)
 246 utilizando os mesmos coeficientes de cultivos sugeridos por Soares & Costa (2000).,
 247 obtiveram para o período de outubro de 2014 a fevereiro de 2015 em Petrolina-PE,
 248 uma produtividade máxima de apenas 15,78 t.ha⁻¹ aplicando 75% do valor de Kc e
 249 65% da adubação convencional. .

250 Conforme pode ser observado na Tabela 3, houve diferença significativa para os
 251 parâmetros peso médio de cachos e produção por planta. O T3 (100 % de ET₀)
 252 apresentou o menor número médio de cachos e o maior peso médio de cachos por
 253 planta. O T2 (90 % de ET₀) apesar de ter apresentado o maior número médio de
 254 cachos teve o menor peso médio de cacho por planta. No cultivo da videira, para

255 obtenção de melhores rendimentos, sem sobrecarregar ou subcarregar as plantas, o
 256 desponte e o desbaste são práticas comuns de manejo realizadas para deixar as
 257 plantas com um número ótimo de cachos e de peso de cachos.

258 De acordo com Leão (2004), na região Submédio do São Francisco, para
 259 videiras de uva de mesa adultas e vigorosas, adensadas de forma convencional
 260 recomendada, o número cachos por planta deve ser mantido entre 50 e 60 e peso
 261 médio de 450 g. Nesta pesquisa, a para a maior produtividade obtida o número médio
 262 de cachos foi de 44e o peso médio de cacho de 538,6 g por planta, o que representou
 263 uma produção média de 23,68 kg planta⁻¹.

264

265 **Tabela 03.** Número médio de cachos por planta, peso médio de cachos (kg), produção média de
 266 cachos por planta (PMCP) (kg.planta⁻¹), teor de sólidos solúveis totais (TSS) (°Brix), diâmetro de
 267 bagas (Θ) (mm), comprimento de bagas (mm) por hectare de uva da variedade "Itália Muscat",
 268 submetido a diferentes lâminas de irrigação durante a safra 2016, em Petrolina-PE.

Tratamento	NMCP	PMC	PMCP	TSS	Θ	CB
T1 – Lâmina convencional	38,75a	502,20b	19,69ab	14,99b	22,9ab	27,5b
T2 – 90 % da ET ₀	45,30a	394,00c	17,80b	15,64b	22,0b	25,9b
T3 – 100 % da ET ₀	38,35a	580,84a	22,36a	15,11b	24,6a	28,6a
T4 – 110 % da ET ₀	43,95a	538.65ab	23,68a	17.35a	24,6a	28,9a

269 Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. NMCP:
 270 Número médio de cachos por planta; PMC: Peso médio de cachos; PMCP: Produção média de cachos por planta.

271

272 Em termos da qualidade das uvas, somente o teor de sólidos solúveis totais
 273 apresentou diferença significativa e apenas para o tratamento T4 (110 % da ET₀). Para
 274 os tratamentos T2, T3 e T4, a maturação das bagas foi antecipada em relação à
 275 testemunha, o tratamento T1, cuja lâmina é adotada pela Fazenda Águia do Vale. O
 276 tratamento T4 apresentou teor de sólidos solúveis (17,53 °Brix) maior do que o
 277 encontrado por Mascarenhas *et al.* (2013) 16,5 °Brix para a videira Itália no vale do
 278 São Francisco, bem como os encontrados por Andrade *et al.* (2015), 14,09 a
 279 15,67°Brix, para diferentes laminas de água e adubações. Nesta pesquisa,
 280 independentemente da lâmina aplicada, todos os tratamentos superaram o teor
 281 mínimo aceitável de sólidos solúveis para comercialização e exportação de uvas finas
 282 de mesa estabelecidas na Instrução Normativa n°1, de 1° de fevereiro de 2002
 283 (BRASIL, 2002) que é de 14° Brix.

284 Em relação ao diâmetro de bagas, uma variável muito importante para a
 285 comercialização da uva, observou-se dependência em relação às lâminas de irrigação
 286 aplicadas, resultado que difere do observado por Marinho *et al.* (2011), os quais
 287 afirmaram que o crescimento das bagas não foi limitado em função das lâminas de
 288 irrigação. Os valores médios do diâmetro de bagas variaram de 22,0 a 24,6 mm, e
 289 portanto, foram inferiores ao encontrado por Mascarenhas *et al.* (2013), 24,9 mm.
 290 Apesar disso, os resultados atenderam ao mínimo de 12 mm exigidos, pela legislação
 291 vigente para fins de exportação (BRASIL, 2002).

292 Os tratamentos T3 e T4 apresentaram bagas com comprimentos de 28,6 e 28,9
 293 mm, os quais foram superiores aos dos tratamentos T1 e T2, e ao de 28,3 mm
 294 encontrado por Mascarenhas *et al.* (2013), para a videira 'Itália' no vale do São
 295 Francisco.

296 Na tabela 05 são apresentados os valores das Receitas, Custos e os índices
 297 econômicos utilizados para a avaliação econômica dos tratamentos estudados.
 298 Analisando-se a relação benefício/custo, observa-se que a mesma variou
 299 proporcionalmente à produtividade, com o maior valor (3,5) obtido para o tratamento
 300 T4 e o menor (2,6) para o tratamento T2. Isso indica que em relação ao tratamento T4
 301 para R\$ 1,00 investido, houve um retorno de R\$ 3,50, o que equivale a uma receita
 302 líquida de R\$ 56738,44 por hectare. Em relação a Margem de Segurança (MS), T4
 303 apresentou MS= -0,70 e T3 MS =-0,71, o que indica que somente ocorreria prejuízo
 304 econômico, a partir de perdas da ordem de 70% da produção. Em resumo, para todos
 305 os cenários de irrigação, a receita total superou os custos, ou seja, todos os
 306 tratamentos apresentaram lucratividade.

307

308 **Tabela 02.** Produtividade física (PF), Receita total (RT), custos totais (C), relação benefício/custo (B/C),
 309 ponto de nivelamento (PN), margem de segurança (MS) e receita líquida (RL) para um hectare de uva
 310 da variedade "Itália Muscat", conduzidos no sistema de latada, no segundo semestre de 2016, em
 311 Petrolina, PE.

Tratamento	RT (R\$)	C (R\$)	B/C	PN	MS	RL (R\$)
Testemunha – T1	85799,99	29061,55	3,0	9,68	-0,66	56738,44
90% da ETO – T2	76500,01	29061,55	2,6	9,68	-0,62	47438,45
100 da ETO – T3	95999,99	29061,55	3,3	9,68	-0,70	66938,44
110 % da ETO – T4	101580,01	29061,55	3,5	9,68	-0,71	72518,46

312

313

¹ Preço anual médio de 1 kg de uva no mercado nacional ou internacional no valor de R\$ 3,00, no ano de 2016 conforme informado pela Administração da Fazenda Agropecuária Águia do Vale. ² Cotação do dólar para o mês de novembro de 2016 no valor 3,41.

314

315 As receitas líquidas obtidas para todos os tratamentos adotados nesta pesquisa,
316 foram bem superiores ao encontrado por Lima (2011), ao avaliar a rentabilidade
317 econômica do cultivo de uva 'Itália Muscat' para o mesmo parreiral R\$ 36.599,38 por
318 hectare.

319

320 **CONCLUSÕES**

321

322 Os resultados obtidos nesta pesquisa mostram que embora a rentabilidade
323 econômica obtida para a lâmina de irrigação baseada em 110% de ET_0 , tenha
324 proporcionado maior produtividade, melhor qualidade de bagas e conseqüente gerado
325 os maiores indicadores econômicos, também para todos os cenários de irrigação
326 adotados, as receitas totais superaram os custos, ou seja, todos os tratamentos
327 apresentaram lucratividade.

328

329 **AGRADECIMENTOS**

330

331 Ao Conselho Nacional de Aperfeiçoamento do Ensino Superior (CAPES) pela
332 concessão de bolsa ao primeiro autor à Fazenda Agropecuária Águia do Vale pela
333 disponibilização da área de estudo.

334

335 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

336

337 ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Crop evapotranspiration:
338 guidelines for computing crop water requirements. FAO. **Irrigation and Drainage**
339 **Paper-56**, p. 297, 1998.

340

341 ALVES SOBRINHO, T.; RODRIGUES, D.B. B.; OLIVEIRA, P. T. S.; REBUCCI, L. C.
342 S.; PERTUSSATTI, C. A. Estimativa da evapotranspiração de referência através de
343 redes neurais artificiais. **Revista brasileira de meteorologia**, v. 26, n. 2, p.197-
344 203. 2011.

345 ANDRADE, V. P. M. de; DIAS, M. da S.; SILVA, J. A. B. da; SOUSA, J. S. C. da;
346 SIMOES, W. L. Produção e qualidade de uva Itália submetida a controle de irrigação
347 e adubação em Petrolina/PE. **Livro**, 2015, 166-170.p.

348

349 BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa
350 nº.1, de 1 de fevereiro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e de
351 Qualidade para a Classificação da Uva Fina de Mesa. Diário Oficial da República
352 Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2002.

353

354 BUESA, D.; PÉREZ, D.; CASTEL, J.; INTRIGLIOLO, D.S.; CASTEL, J.R. Effect of
355 deficit irrigation on vine performance and grape composition of *Vitis vinifera* L. cv.
356 Muscat of Alexandria. **Australian Journal of Grape and wine research**, v.23, p.251-
357 259, 2017.

358

359 CARVALHO, L.G.; RIOS, G. F. A.; MIRANDA, W. L.; NETO, P. C. Evapotranspiração
360 de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. **Revista**
361 **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v.41, p. 456-465, 2011.

362

363 CODEVASF [Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco]
364 www.codevasf.gov.br. Acesso em 30 de outubro de 2017.

365

366 DELEO, João Paulo Bernardo. Gestão sustentável da viticultura no Região do
367 Submédio do Rio São Francisco. **Hortifrutibrasil**, Brasília, v. 9, p. 8-17, 2010.

368

369 FREITAS, W. S.; RAMOS, M. M.; OLIVEIRA, A. M. S. Demanda de irrigação da cultura
370 da uva na Bacia do Rio São Francisco. **Revista brasileira de engenharia agrícola e**
371 **Ambiental**, v.10, p.563–569, 2006.

372

373 LIMA, P. C. S. Influência do uso da cobertura plástica no microclima de parreirais na
374 região do Submédio São Francisco: efeitos na produtividade e rentabilidade
375 econômica. Campina Grande, Paraíba. 2011. 143p. **Tese** (Doutorado em Recursos
376 Naturais) - Centro de Ciências e Tecnologia. UFCG.

377

378 LEAO, P. C. de S. **Cultivo da videira** (Embrapa Semiárido. Sistemas de Produção,
379 1). Petrolina: Embrapa Semiárido. 2004.

380

- 381 MARINHO, L. B.; RODRIGUES, J. J. V.; SOARES, J. M.; SANTOS, I. S.; BRANDÃO,
382 E. O.; LIMA FILHO, J. M. P. Potencial de água no solo e na folha da videira “Sugraone”
383 sob déficit hídrico. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15,
384 p.1115–1122. 2011.
- 385
- 386 MASCARENHAS, R. J.; GUERRA, N. B.; AQUINO, J. S.; LEÃO, P. C. S. Qualidade
387 sensorial e físico-química de uvas finas de mesa cultivadas no Submédio São
388 Francisco **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, p. 546-554, 2013.
- 389
- 390 PEREIRA, W. DE B.; SOUSA, J. S. C.; SANTOS, C. M. G.; SIMÕES, W. L.; OLIVEIRA,
391 D. L. Produção da videira ‘Itália’ submetida a irrigação com diferentes frações da
392 evapotranspiração da cultura. In: **INOVAGRI International Meeting**, 04, 2017,
393 Fortaleza -CE. Anais... Fortaleza: INOVAGRI, 2017. CD-Rom.
- 394
- 395 PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo: Nobel, 1985.
396 467 p.
- 397
- 398 SÁ, N. C.; SILVA, E. M. S.; BANDEIRA, A. S. A cultura da uva e do vinho no Vale do
399 São Francisco. **Revista de Desenvolvimento Econômico**, p. 461-491, volume
400 especial, 2015.
- 401
- 402 SILVA, P. C. G. da.; LEÃO, P. C. S.; CERDAN, C.; DENIS, S.; CHOUDHURY, M. M.;
403 BENTZEN, M. C. P.; BARRETO, M. C. A cadeia produtiva da uva de mesa do
404 Nordeste do Brasil. In: CASTRO, A. M. G.; LIMA, S. M. V.; GOEDERT, W. J.; FILHO,
405 A. F.; VASCONCELOS, J. R. P. **Cadeias produtivas e sistemas naturais:
406 prospecção tecnológica**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1998. p. 529-564.
- 407
- 408 SOARES, J. M.; COSTA, F. F. 2000. **Irrigação na cultura da videira**. Informe
409 Agropecuário 19: 58-69.
- 410
- 411 SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. de S. **A vitivinicultura no semiárido brasileiro**.
412 Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009.
- 413

- 414 TEIXEIRA, A. H. C.; AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B.; SOARES, J. M. Consumo hídrico
415 e coeficiente de cultura da videira na região de Petrolina, PE. **Revista Brasileira de**
416 **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, p.413-416, 1999.
- 417
- 418 WALLER, P.; YITAYEW, M. Evapotranspiration. Irrigation and Drainage Engineering,
419 p. 67-87, 2016.
- 420
- 421 UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE FOREIGN AGRICULTURAL
422 SERVICE-USDA. **Fresh Deciduous Fruit: World Markets and Trade (Apples,**
423 **Grapes, and Pears)**. 2017.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, p.195, 1998.

ALLEN, R.G.; PRUITT, W.O.; WRIGHT, J.L.; HOWELL, T.A.; VENTURA, F.; SNYDER, R.; ITENFISU, D.; STEDUTO, P.; BERENGENA, J.; YRISARRY, J.B.; SMITH, M.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; PERRIER, A.; ALVES, I.; WALTER, I.; ELLIOTT, R. A recommendation on standardized surface resistance for hourly calculation of reference ETo by FAO56 Penman–Monteith method. **Agricultural Water Management**, v.81, p.1–22, 2006.

ALLEN, R. G.; WRIGHT, J. L.; PRUITT, W. O.; PEREIRA, L. S.; JENSEN, M. E. Water requirements. In: Hoffman, G.J., Evans, R.G., Jensen, M.E., Martin, D.L., Elliot, R.L. (Eds.), *Design and Operation of Farm Irrigation Systems*. 2.ed. ASABE, St. Joseph, MI, p. 208–288, 2007.

ALLEN, R.G., PEREIRA, L.S., HOWELL, T.A., JENSEN, M.E. Evapotranspiration information reporting: II. Recommended documentation. **Agricultural Water Management**, v.98, p.921–929, 2011.

ASCE-EWRI. The ASCE standardized reference evapotranspiration equation. In: Allen, R.G., Walter, I.A., Elliott, R.L., Howell, T.A., Itenfisu, D., Jensen, M.E., Snyder, R.L. (Eds.), *Report 0-7844-0805-X*. Am. **Soc. Civ. Eng. Environ. Water Resources Instit**, 69.pp (+App. A-F and Index). 2005.

ALVES SOBRINHO, T.; RODRIGUES, D.B. B.; OLIVEIRA, P. T. S.; REBUCCI, L. C. S.; PERTUSSATTI, C. A. Estimativa da evapotranspiração de referência através de redes neurais artificiais. **Revista brasileira de meteorologia**, v.26, p.197-203, 2011.

ANDRADE, V. P. M.; DIAS, M. S.; SILVA, J. A. B.; SOUSA, J. S. C.; SIMÕES, W. L. Yield and quality of 'Italia' grapes submitted to irrigation and fertilization control at the San Francisco Valley, Brazil. **Comunicata Scientiae**, v.7, p.175-182, 2016.

AVALOS, M. J. M.; CÓRDOBA, E. T.; CID, Y. B.; Fernández, I. O. Response of grapevine cv. 'brancellao' and 'sousón' to supplementmy irrigation: water relations, vine growth, yield and berry and wine composition. **Ciência Téc. Vitiv**, v.31, p.98-113, 2016.

ÁVILA NETTO, J. Necessidades hídricas da videira na região do Submédio São Francisco. Campina Grande: UFPB, 1997. 86p. **Dissertação de Mestrado**.

ÁVILA NETTO, J.; AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B.; SOARES, J. M.; TEIXEIRA, A. H. C. Exigências hídricas da videira na região do Submédio São Francisco. **Revista Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.35, p.1559-1566, 2000.

BALINT, G.; REYNOLDS, A. G. Irrigation Strategies Impact 'Baco noir' Grapevines in OnTmio. Vine Physiology, Vine Size, and Yield Components. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.68, p.293-309, 2017.

BALINT, G.; REYNOLDS, A. G. Effect of different irrigation strategies on vine physiology, yield, grape composition and sensory profile of Sauvignon blanc (*Vitis vinifera* L.) in a cool climate area. **Journal International des Sciences de la Vigne et du Vin**, v.47, p.159-181, 2013.

BASSOI, L. H.; CORREIA, J. S.; SANTOS, A. R. L.; SILVA, J. A.; COSTA, B. R. S. Irrigação com déficit em videira de vinho cv. Syrah durante o período chuvoso no Semiárido. **Revista brasileira de engenharia Agrícola**, v. 35, 2016.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº.1, de 1 de fevereiro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e de Qualidade para a Classificação da Uva Fina de Mesa. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 2002.

CARVALHO, L.G.; RIOS, G. F. A.; MIRANDA, W. L.; NETO, P. C. Evapotranspiração de referência: uma abordagem atual de diferentes métodos de estimativa. **Revista Pesquisa Agropecuaria Tropical**, Goiânia, v.41, p.456-465, 2011.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. dos; MANDELLI, F.; MARODIN, G. A. B.; BERGAMASCHI, H.; CARDOSO, L. S. Caracterização fenológica e requerimento térmico da cultivar Moscato Giallo sob cobertura plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal**, v. 31, p.119-126, 2009.

CHORTI, E.; GUIDONI, S.; FERRADINHO, A.; NOVELLO, V. Effect of Different Cluster Sunlight Exposure Levels on Ripening and Anthocyanin Accumulation in Nebbiolo Grapes. **American Journal of enology and viticulture**, v.6, p. 23-30, 2010.

CODEVASF [Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco] www.codevasf.gov.br. Acesso em 30 de outubro de 2017.

COELHO, K.B.; SOUSA, E. P. A fruticultura como fator de desenvolvimento do Município de Petrolina – PE – o caso do perímetro irrigado senador Nilo Coelho. **Palestra**, p.12, 2012.

CORREIA, J. S. Irrigação deficitária em videira de vinho cv. Syrah durante o período chuvoso no semiárido. **Dissertação (Mestrado)**, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, p.5, 2012.

CONCEIÇÃO, M. A. F; MARIN, F. R. Condições microclimáticas em um parreiral irrigado coberto com tela plástica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.31, p.423-431, 2009.

DACCACHE, A.; KNOX, J. W.; WEATHERHEAD, E. K.; DANESHKHAH, A.; HESS, T. M. Implementing precision irrigation in a humid climate – Recent experience and on-going challenges. **Agricultural Water Management**, v.147, p.135-143, 2015.

DELEO, João Paulo Bernardo. Gestão sustentável da viticultura no Região do Submédio do Rio São Francisco. **Hortifrutibrasil**, Brasília, v. 9, p. 8-17, 2010.

DIAS, P. P.; VITAL, T. W. O Desenvolvimento do Enoturismo no Vale do São Francisco: um segmento em expansão. **Revista Turismo em análise**. v.23, p.5-9, 2012.

FONSECA, H. V. P.; XAVIER, L. F.; COSTA, E. F. Os determinantes da alocação da produção de uvas frescas do Brasil: uma abordagem baseada no modelo gravitacional. In: **Congresso da Sociedade Brasileira de economia, administração e sociologia rural- SOBER**, 48, 2010, Anais... Campo Grande: SOBER, 2010. CD-Rom.

GARGANESE, F.; SANZANI, S. M.; LIGORIO, A.; GENNARO, D. D. Effect of irrigation management on field and postharvest quality of organic table grapes. **Acta Horticulture**, v.40, p.273-279, 2016.

GOODWIN, I.; O'CONNELL, M. G. The Future of Irrigated Production Horticulture – World and Australian Perspective. **Acta Horticulturae**, v.792, p.449 - 458, 2008.

GREER, D. H.; WESTON, C. - Greer D. H., Weston C.. Heat stress affects flowering, berry growth, sugar accumulation and photosynthesis of *Vitis vinifera* cv. Semillon grapevines grown in a controlled environment. **Funct. Plant Biol**, v.37, p. 206–214, 2013.

KRIEDEMANN, P. E.; KRIEDEMANN, I. Regulated deficit irrigation and partial rootzone drying. **Land & water Australia Journal**, Irrigation Insights, n.3, 2012.

HUNTER, J. J.; VOLSCHENK, C.G.; ZORER, R. Vineyard row orientation of *Vitis vinifera* L. cv. Shiraz/101-14 Mgt: Climatic profiles and vine physiological status. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 228-229, p. 104 - 119, 2016.

INTRIGLILOLO, D. S.; CASTEL, J. R. Response of grapevine cv. 'Tempranillo' to timing and amount of irrigation: water relations, vine growth, yield and berry and wine composition. **Irriger Science**, v.8, p.113, 2010.

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal**. RIMA Artes e textos. São Carlos, 2000.

LIMA, P. C. S. Influência do uso da cobertura plástica no microclima de parreiral na região do Submédio São Francisco: efeitos na produtividade e rentabilidade econômica (**Tese de doutorado**). Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campina Grande, Paraíba, 2011.

LULU, J.; PEDRO JUNIOR, M.J. Microclima de vinhedos cultivados sob cobertura plástica e a céu aberto. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.14, p.106-115, 2006.

MARINHO, L.B. et al. Produção e qualidade da videira 'Superior Seedless' sob restrição hídrica na fase de maturação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1682-1691, 2009.

MATSUI, A.; RYUGO, K.; KLIEWER, W. M. Growth inhibition of Thompson Seedless and Napa Gamay berries by heat stress and its partial reversibility by applications of growth regulators. **American Journal of Enology and Viticulture**, v.37, p.67–71, 1986.

MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR (MDIC). **Balança Comercial Brasileira**: dados consolidados. Brasília, 2015.

NILSON, T.S. Influência do clima sobre os estádios fenológicos da videira e sobre a qualidade e quantidade da produção. **Trabalho de conclusão de Curso Superior**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Campus, Bento Gonçalves, 2010.

NORBERTO, P. M.; REGINA, M. DE A.; CHALFUN, N. N. J.; SOARES, A.M.; FERNANDES, V. B. Influência do sistema de condução na produção e na qualidade dos frutos das videiras 'folha de figo' e 'Niágara rosada' em Caldas, MG. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, p.450-455, 2008.

OLIVEIRA FILHO, F. A. de. Produção, área colhida e efetivo de uva no Nordeste. **Informe Rural ETENE – Banco do Nordeste**. Ano V, 2011.

PEDRO JUNIOR, M. J.; HERNANDES, J. L.; BARDIN-CAMPAROTTO, L.; BLAIN, G. C. Balanço de energia e consumo hídrico de vinhedo de 'Cabernet Franc'. **Revista Bragantia**, Campinas, v.74, p.234-238, 2015.

PIVETTA, C. R. Evapotranspiração Máxima do tomate e do Pimentão em estufa plástica em função da evaporação no "piche" e outras variáveis meteorológicas e fenométricas. **Dissertação (Mestrado)**. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2007.

RANA, G.; KATERJI, N.; INTRONA, M.; HAMMAMI, A. Microclimate and plant water relationship of the "overhead" table grape vineyard managed with three different covering techniques. **Scientia Horticulturae**, v.102, p.105-120, 2004.

RISTIC, R.; DOWNEY, M. O.; ILAND, P. G.; BINDON, K.; FRANCIS, I. L.; HERDERICH, M.; ROBINSON, S. P. Exclusion of sunlight from Shiraz grapes alters wine colour, tannin and sensory properties. **Australian Journal of Grape and Wine Research**, v.13, p.53–65, 2007.

RIDOMI, A.; MORETTI, G. Comportamento de Ila cv. Cabernet Franc (*Vitis vinifera* L.) allevata in cinque combinazioni d'innesto e con due sestí d'impianto. **Vignevini, Bologna**, v. 23, p.3-8, 1996.

SANTOS, R. A. DE M.; MOURA, M. S. B. DE; OLIVEIRA, L. D. DA S.; SOUZA, L. S. B. DE; LEÃO, P. C. DE S. Balanço de radiação em videira Syrah em diferentes sistemas de condução no Submédio do Vale São Francisco. In: **Jornada de iniciação**

científica da Embrapa Semiárido, 10, 2015, Petrolina-PE. Anais... Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015. CD-Rom.

SANTOS, C. M. G.; MOREIRA, M. M.; RODRIGUES, J. D. Metabolismo da videira 'syrah' no semiárido nordestino sob três estratégias hídricas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, p.3611-3624, 2013.

SHAH, N. G.; DAS, I; Problems, Perspectives and Challenges of Agricultural Water Management. **Agricultural and Water Management journal**, p.217-232, 2012.

TMRICONE, L.; PALMA, L.; SCHETTINI, E.; GENNARO, D. D.; AMENDOLAGINE, A.M.; GENTILESCO, G.; VOX, G. Effects of water regime on vine performance and quality of 'Sublima Seedless' table grape covered with plastic films. **Acta Hort.** (ISHS) v.1150, p. 427-434, 2015.

TEXEIRA, A. H. C.; AZEVEDO, P. V.; SILVA, B. B.; SOARES, J.M. Consumo hídrico e coeficiente de cultura da videira na região de Petrolina, PE. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.3, p.414, 1999.

TEIXEIRA, A. H. C.; MOURA, M. S. B.; ANGELOTTI, F. Aspectos Agrometeorológicos da Cultura da videira. **EMBRAPA – Sistemas de produção**. 2.ed, 2010.

WALLER, P.; YITAYEW, M. **Evapotranspiration**. Irrigation and Drainage Engineering, p.67-87. 2016.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE FOREIGN AGRICULTURAL SERVICE-USDA. **Fresh Deciduous Fruit: World Markets and Trade** (Apples, Grapes, & Pears). 2017.

ZUÑIGA, C.; ASPILLAGA, C.; FERREYRA, R.; SELLES, G. Response of 'Flame Seedless' vines to different levels of irrigation water in the Aconcagua Valley, Chile. **Acta Hort.**, v. 150, p.205-302, 2015.