



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

Mayara Cristhine Soares de Souza

**TRANSMITÂNCIAS DE RADIAÇÃO PARA DIFERENTES
FAIXAS DO ESPECTRO SOLAR EM PARREIRAIS
COBERTOS COM PLÁSTICO DE BAIXA DENSIDADE
(PEBD) NA REGIÃO DO VALE DO SÃO FRANCISCO**

JUAZEIRO – BA
2014

MAYARA CRISTHINE SOARES DE SOUZA

**TRANSMITÂNCIAS DE RADIAÇÃO PARA DIFERENTES
FAIXAS DO ESPECTRO SOLAR EM PARREIRAIS
COBERTOS COM PLÁSTICO DE BAIXA DENSIDADE
(PEBD) NA REGIÃO DO VALE DO SÃO FRANCISCO**

Dissertação submetida à Universidade Federal do Vale do São Francisco - UNIVASF, Campus Juazeiro, como requisito para a obtenção do Título de Mestre em Engenharia Agrícola.

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

Co-orientador: Prof. D. Sc. Paulo César da Silva Lima.

**JUAZEIRO – BA
2014**

S719t Souza, Mayara Cristhine Soares de.
Transmitâncias de radiação para diferentes faixas do espectro solar em parreirais cobertos com plástico de baixa densidade (PEBD) na região do Vale do São Francisco / Mayara Cristhine Soares de Souza. – Juazeiro, 2014.
43f. : il.: 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus Juazeiro-BA, 2014.

Orientador: Dr. Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão.
Co-orientador: Paulo César da Silva Lima.

Referências.

1. Energia solar. 2. Transmitância I. Título. II. Leitão, Mário de Miranda Vilas Boas Ramos. III. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 621.31244

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

FOLHA DE APROVAÇÃO

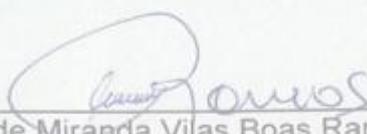
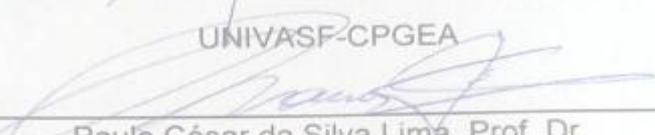
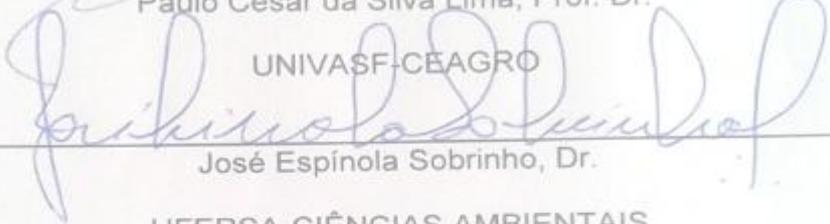
Mayara Cristhine Soares de Souza

**TRANSMITÂNCIAS DE RADIAÇÃO PARA DIFERENTES FAIXAS DO ESPECTRO
SOLAR EM PARREIRAIS COBERTOS COM PLÁSTICO DE BAIXA DENSIDADE
(PEBD) NA REGIÃO DO VALE DO SÃO FRANCISCO**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção
do título de Mestre em Engenharia Agrícola, pela
Universidade Federal do Vale do São Francisco.

Aprovada em: 29 de Agosto de 2014.

Banca Examinadora


Mário de Miranda Vilas Boas Ramos Leitão, Prof. Dr. UNIVASF-CPGEA

Paulo César da Silva Lima, Prof. Dr. UNIVASF-CEAGRO

José Espínola Sobrinho, Dr. UFERSA-CIÊNCIAS AMBIENTAIS

Magna Soelma Beserra de Moura, Pesquisadora Dra. Embrapa Semiárido

DEDICATÓRIA

Aos meus pais Teodomiro e Cristina, que me ensinaram os conceitos da vida e me estimularam a adquirir os conceitos acadêmicos, dando-me sempre uma palavra de conforto quando necessário. A minha irmã Tatiane, por acreditar em mim e está sempre ao meu lado, e ao meu noivo Gutemberg Júnior, que foi imprescindível para a minha escolha por essa profissão.

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter guiado e iluminado meus caminhos nessa jornada acadêmica.

A minha família que sempre esteve ao meu lado, incentivando-me nos momentos mais árduos e parabenizando-me por cada nova conquista, aos meus pais Teodomiro e Cristina pela confiança, dedicação, apoio e amor, a minha irmã Tatiane pelo apoio e carinho, ao meu noivo Júnior pelo incentivo, amor e carinho e que, de certa forma, me ajudou a escolher esta profissão.

Em especial, a minha avó Josefa que sempre me deu força nos momentos mais difíceis, me fazendo acreditar que cada dificuldade tinha um propósito maior.

Aos meus orientadores Professor Mário de Miranda pela atenção e suporte sempre que necessário, e ao Professor Paulo César pela orientação, dedicação e suporte em todas as etapas.

À Universidade Federal do Vale do São Francisco, em especial, ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade de trabalhar com ótimos profissionais.

A CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

Aos técnicos do Laboratório de Meteorologia da UNIVASF Hudson e Manoel pelas contribuições e apoio para a realização deste trabalho. E a todos os professores da Pós-Graduação em Engenharia Agrícola.

Aos meus amigos, em especial, Juliana, Jardênia e Daniel pelo apoio, companheirismo e paciência. A todos aqueles que, de alguma forma, passaram por minha vida acadêmica e nela deixou algum ensinamento.

E a todos que contribuíram para a realização deste trabalho.

Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável para aprender a conhecer a influência libertadora da beleza do reino do espírito, para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade à qual seu futuro trabalho pertencer.

Albert Einstein

RESUMO

Devido às condições climáticas favoráveis associadas ao uso de irrigação o Vale do São Francisco é o único lugar no mundo capaz de produzir duas safras por ano. Dessa forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a transparência da cobertura plástica para diferentes comprimentos de onda da radiação solar, o comportamento da radiação solar no interior de parreirais e a relação entre a disponibilidade de radiação solar e sua influência na produtividade de uva de mesa na região do Vale do São Francisco. A pesquisa foi conduzida em parreirais produtivos de uva de mesa da variedade Sugaone, em Petrolina/PE (09° 06' 14" S; 40° 29' 52" W; altitude 360 m), no período de maio a outubro de 2010. Foram estudados três tratamentos, sendo: tratamento 1 – sem cobertura plástica (SC); tratamento 2 – cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50); e tratamento 3 – cobertura plástica a 100 cm acima do dossel (CP100). Cada parcela experimental foi composta por nove plantas consecutivas em uma mesma fileira de plantio. Cada uma das sete plantas centrais correspondeu a uma repetição. O monitoramento da transmitância da radiação solar pela cobertura plástica foi feito através de piranômetros espectrais equipados com filtros solares apropriados. Também foram efetuadas medidas da radiação global e nas regiões espectrais do ultravioleta (UV), visível (PAR) e infravermelho (IR), acima e abaixo da cobertura plástica. Os componentes do balanço de radiação solar foram medidos através de saldo radiômetro CNR1. Todos os sensores foram conectados a sistemas automáticos de aquisição de dados CR23X e CR1000. Foi mostrado, a partir da análise dos dados, que a transmitância da radiação fotossinteticamente ativa pela cobertura plástica correspondeu a 57,9%; da radiação global foi 67%; 76,2% da radiação infravermelha e 55,2% da radiação ultravioleta. A maior transparência observada na cobertura plástica em relação à radiação fotossinteticamente ativa (PAR), mais especificamente na faixa do verde, teve influência direta no aumento da produtividade. No tratamento CP100 houve maior disponibilidade de radiação de ondas curtas sobre e sob o dossel, o que proporcionou maior produtividade; enquanto no tratamento CP50 houve menor incidência de radiação e, conseqüentemente, menor produtividade.

Palavras-chave: Sugaone, cobertura plástica, transmitância.

SUMMARY

Due to favorable climatic conditions associated with the use of irrigation the São Francisco Valley is the only place in the world able to produce two crops for year. Thus, this study aimed to evaluate the transparency of the plastic cover to different wavelengths of solar radiation, the behavior of the solar radiation inside the vineyards and the relationship between the availability of solar radiation and its influence on the productivity of table grapes in the São Francisco Valley region. The research was conducted in productive vineyards of table grape variety Sugaone in Petrolina / PE (09° 06 '14 "S, 40 ° 29' 52" W, altitude 360 m) in the period May to October 2010 were studied three treatments, with: one treatment - without plastic cover (SC); Treatment 2 - plastic cover positioned 50 cm (CP50); Treatment 3 - plastic cover 100 cm (CP100). Each plot consisted of nine consecutive plants in a single row planting. Each of the seven central plants corresponded to a repetition. The monitoring of transmittance of solar radiation by the cover was done by spectral pyranometers fitted with appropriate solar filters. Measurements of global radiation and the ultraviolet spectral regions (UV), visible (PAR) and infrared (IR), above and below the plastic cover was also carried out. The balance components of solar radiation were measured by balance radiometer CNR1. All sensors were connected to automatic acquisition systems CR23X and CR1000 data. It was shown from the data analysis, the transmittance of photosynthetically active radiation by the cover corresponded to 57.9%; the overall radiation was 67%; 76.2% of infrared radiation and ultraviolet radiation of 55.2%. Greater transparency observed in the plastic cover in relation to photosynthetically active radiation (PAR), more specifically in the range of green, had a direct influence on increasing productivity. In CP100 treatment was greater availability of short-wave radiation above and below the canopy, the highest productivity; CP50 while the treatment with a lower incidence of radiation and thus lower productivity.

Key words: Sugaone, plastic cover, transmittance.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Espectro contínuo de comprimentos de onda da radiação solar.....	11
Figura 2. Vista aérea da área experimental, propriedade Águia do Vale, Projeto de Irrigação Maria Tereza, Petrolina/PE, 2010.....	14
Figura 3. Parreiral com uva de mesa, variedade Sugaone, com os tratamentos sem cobertura plástica (SCob), com cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50) e a 100 cm acima do dossel (CP100), Petrolina/PE, 2010.....	15
Figura 4. Piranômetros espectrais equipados com filtros solares apropriados, em parreiral descoberto (esquerda) e coberto (direita).....	16
Figura 5. Saldo radiômetro CNR1 conectado a sistema automático de aquisição de dados – datalogger.....	16
Figura 6. Eficiência fotossintética em função do comprimento de onda do espectro da radiação solar.....	19
Figura 7. Transmitância da radiação global (RG), ultravioleta (UV), fotossinteticamente ativa (PAR) e infravermelha (IR) em parreirais cobertos, Petrolina/PE, 2010.....	21
Figura 8. Transmitância da radiação solar nos intervalos de comprimento de onda entre 395 e 695 nm em parreirais cobertos, Petrolina/PE, 2010.....	23
Figura 9. Transmitância da radiação solar nos intervalos de comprimento de onda maiores que 395, 495, 530, 630 e 695 nm em parreirais cobertos, Petrolina/PE, 2010.....	24
Figura 10. Razão entre a radiação global sob e sobre o dossel nos tratamentos sem cobertura plástica (SCob), com cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50) e a 100 cm acima do dossel (CP100), Petrolina/PE, 2010.....	25
Figura 11. Radiação global ($W m^{-2}$) sob o dossel nos tratamentos sem cobertura plástica (SCob), com cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50) e a 100 cm acima do dossel (CP100), Petrolina/PE, 2010.....	25
Figura 12. Razão entre o saldo de radiação sob e sobre o dossel nos tratamentos sem cobertura plástica (SCob), com cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50) e a 100 cm acima do dossel (CP100), Petrolina/PE, 2010.....	27

Figura 13. Razão entre a radiação emitida pelo dossel e pela atmosfera/cobertura nos tratamentos sem cobertura plástica (SCob), com cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50) e a 100 cm acima do dossel (CP100), Petrolina/PE, 2010.....	28
Figura 14. Razão entre a radiação emitida pelo dossel e pela superfície nos tratamentos sem cobertura plástica (SCob), com cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50) e a 100 cm acima do dossel (CP100), Petrolina/PE, 2010.....	29
Figura 15. Percentual de radiação incidente sobre o dossel no tratamento posicionado a 50 cm acima do dossel (CP50) e a 100 cm acima do dossel (CP100), Petrolina/PE, 2010.....	30
Figura 16. Percentual de radiação incidente sobre as bagas nos tratamentos sem cobertura plástica (SCob), com cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50) e a 100 cm acima do dossel (CP100), Petrolina/PE, 2010.....	31
Figura 17. Peso médio dos cachos (g) nos tratamentos sem cobertura plástica (SCob), com cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50) e a 100 cm acima do dossel (CP100), Petrolina/PE, 2010.....	33
Figura 18. Produtividade física bruta ($t\ ha^{-1}$) nos tratamentos sem cobertura plástica (SCob), com cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50) e a 100 cm acima do dossel (CP100), Petrolina/PE, 2010.....	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Radiação incidente sobre as bagas, produtividade e índice de área foliar (IAF) em parreiras descobertos (SCob), com cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50) e a 100 cm acima do dossel (CP100), Petrolina/PE, 2010.....	32
---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITARATURA	3
2.1. Condições climáticas ideais para a produção de videira no Vale do São Francisco	3
2.2. Produção de uva de mesa no Brasil e no Vale do São Francisco	4
2.3. Uso de coberturas plásticas em parreirais.....	6
2.4. Influência da cobertura plástica no microclima de parreirais.....	7
2.5. Potencial produtivo de parreirais com cobertura plástica.....	8
2.6. Balanço de radiação solar, radiação fotossinteticamente ativa, infravermelha e ultravioleta.....	9
2.7. Influência da radiação solar no crescimento e desenvolvimento da videira .	11
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
5. CONCLUSÕES	36
REFERÊNCIAS	37

1. INTRODUÇÃO

A produção de uva de mesa no Vale do São Francisco representa uma atividade econômica muito importante para a região semiárida, ocupando uma área plantada de, aproximadamente, 10 mil hectares e produção anual de 290 mil toneladas, o que representa 99% das exportações brasileiras dessa fruta (BRASIL, 2011). Em 2012, comparada ao ano anterior, a área plantada em Pernambuco sofreu redução de 2,15% apesar de um aumento de 7,71% (224.778 t) na produção; na Bahia, a redução da área plantada foi de 5,00% acompanhada pela queda na produção de 4,80% (62.292 t) (IBGE, 2013).

O sucesso da produção vitícola na região do Vale do São Francisco está associado a uma característica climática ímpar, o que lhe permite produzir duas safras por ano (OLIVEIRA FILHO, 2011), devido às condições climáticas favoráveis associadas ao uso de irrigação. Para garantir que as condições climáticas são ideais tem-se a caracterização fenológica e térmica como ferramenta importante na interpretação da interação da cultura com a condição de microclima em que se situa, sendo imprescindível para a programação de práticas culturais, irrigação, colheita e utilização de produtos químicos para o controle de pragas e doenças (CHAVARRIA et al., 2009a). Isso permite que o sistema de produção no Vale seja planejado para que a colheita ocorra durante os períodos de abril a junho e de outubro a dezembro, épocas em que ocorrem as principais janelas de mercado nos países importadores, principalmente na Europa e Estados Unidos (VITTI, 2009).

No contexto da atividade agrícola de um modo geral a avaliação das condições climáticas tem um papel de grande importância para a melhoria da produtividade e da qualidade da produção. No Vale do São Francisco o uso da cobertura plástica em parreirais começou a difundir-se a partir do ano de 2004, pela necessidade de adoção, por parte dos produtores, de um mecanismo de proteção contra a rachadura de bagas e incidência de doenças fúngicas. Essa situação é decorrente de chuvas ocasionais próximas ao período de colheita destinada ao mercado internacional, conforme relato colhido junto a produtores e cooperativas de comercialização da uva da região (CAJ, 2009; VALEEXPORT, 2009). No entanto, o uso de cobertura plástica em parreirais provoca alterações no seu microclima e interfere na fisiologia das plantas, tendo em vista que aumenta a temperatura do ar,

diminui a incidência de radiação fotossinteticamente ativa (PAR) e a velocidade do vento (CHAVARRIA et al., 2009b).

Devido à absorção e reflexão pela cobertura plástica, a densidade de fluxo da radiação solar global no interior do ambiente protegido é menor do que a observada externamente (KURATA, 1990; CERMEÑO, 1990). No entanto, a cobertura plástica tem efeito difusor sobre radiação solar, devido as suas características óticas, podendo aumentar a fração difusa da radiação solar no interior do ambiente protegido (FARIAS et al. 1993), efeito bastante desejável, uma vez que a radiação solar difusa é mais efetiva nos processos de fotossíntese, pois é multidirecional e penetra melhor através do dossel da cultura, o que pode compensar, em parte, a opacidade do filme plástico à radiação solar (PRADOS, 1986).

O uso de cobertura plástica como mecanismo de proteção contra os efeitos da chuva no período final da fase de maturação e colheita ainda não são bem conhecidos para as condições de clima semiárido predominante no Vale do São Francisco. A expectativa dos produtores é de que os órgãos de pesquisa descubram a melhor forma para garantir a manutenção da competitividade da uva de mesa da região no mercado internacional (LIMA, 2011). Diante disso, deve-se levar em conta que o uso de índices bioclimáticos em regiões ou sistemas de produção, para os quais não foram estabelecidos, pode gerar informações errôneas do comportamento da videira em uma determinada condição (MANDELLI, 2002). Desta forma, estudos para estabelecer as relações entre o comportamento da cultura e os fatores ambientais são essenciais para o êxito do cultivo protegido de videira. Sendo assim, é de grande importância para a viticultura de mesa do Vale do São Francisco o desenvolvimento de pesquisas que possam avaliar como o sistema de cobertura plástica empregado em parreirais influencia as condições microclimáticas e a produtividade.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a transparência da cobertura plástica para diferentes comprimentos de onda da radiação solar, o comportamento da radiação solar no interior de parreirais e a relação entre a disponibilidade de radiação solar e sua influência na produtividade de uva de mesa na região do Vale do São Francisco.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Condições climáticas ideais para produção de videira no Vale do São Francisco

As informações agrometeorológicas são importantes para o sistema de produção de uvas de mesa, pois podem ser utilizadas na escolha de locais para implantação do parreiral; na definição do sistema de irrigação e do manejo da água e na proteção das plantas; além de estarem diretamente associadas ao manejo do parreiral e à qualidade da uva.

As condições climáticas são influenciadas por fatores geográficos como latitude, altitude, relevo, exposição e continentalidade. No Submédio do Vale do São Francisco, onde se cultiva a maior parte das uvas finas de mesa exportadas pelo Brasil, as latitudes variam de 8 a 9°S. Em relação à altitude, a videira tem boa adaptação em locais situados de 61 m abaixo a 2473 m acima do nível do mar (TEIXEIRA; MOURA; ANGELOTTI, 2010).

A videira é uma frutífera de clima temperado que se caracteriza pela queda de suas folhas no final do ciclo, redução do metabolismo e entrada em dormência no inverno. Para que se inicie um novo ciclo vegetativo na primavera é necessário que a planta seja exposta a um período de baixas temperaturas. Porém, no Semiárido brasileiro, o comportamento fisiológico da videira é diferenciado. Como não ocorrem temperaturas menores que 10°C, uma vez que a faixa de temperatura média considerada ideal para a produção de uvas de mesa situa-se entre 20 e 30 °C, a videira vegeta o ano inteiro, permitindo ao viticultor programar a colheita para qualquer dia do ano, eliminando períodos de entre safra e proporcionando alta rentabilidade da cultura. Além disso, trata-se de uma planta exigente em luminosidade, devendo ser exposta a altos índices de radiação solar (LEÃO; SOARES; RODRIGUES, 2009; TEIXEIRA; MOURA; ANGELOTTI, 2010).

A irrigação da cultura da videira é uma prática essencial em condições semiáridas como as do Vale do São Francisco, devido à quantidade e irregularidade das chuvas ao longo do ano. Pereira, Guerra e Manfroi (2009) explicam que o planejamento da irrigação é feito utilizando dados de evapotranspiração, obtidos de

estações climatológicas, e também segundo o coeficiente de cultivo para os diferentes estádios fenológicos, estimando a evapotranspiração da cultura e a lâmina de irrigação. Considerando estudo realizado por Teixeira, Moura e Angelotti (2010) o coeficiente de cultura médio para a cultivar Itália-Muscat foi de 0,81; para um ciclo de quatro meses da cultivar Itália, considerando os valores médios de ET_0 de junho a setembro, tem-se um consumo hídrico médio de 430 mm, em Petrolina-PE e de 419 mm, em Juazeiro-BA. No caso de cultivar de uva sem sementes com um ciclo médio de três meses com cultivos comerciais mais promissores, proporciona um consumo hídrico médio de 393 mm e 379 mm para Petrolina-PE e Juazeiro-BA, respectivamente.

Apesar da escassez de chuva, quando ela ocorre há redução de temperatura e aumento de umidade relativa, conseqüentemente a planta fica mais susceptível à incidência de doenças fúngicas, o que pode implicar na perda parcial ou total da safra (ROBERTO; COLOMBO; ASSIS, 2011). O excesso de precipitação pluviométrica pode causar, ainda, danos físicos (rachaduras) nas bagas, facilitando o ataque de fungos.

O vento forte apresenta-se como um grande problema para o cultivo de uvas de mesa, pois provocam danos físicos em parreirais em formação, causando a quebra dos ramos novos, o abortamento de flores, a abertura/fechamento dos estômatos e, conseqüentemente, interferem na produtividade e na qualidade de frutos para consumo in natura e para processamento. O ar acima da cultura vai se tornando gradativamente saturado com vapor d'água, cuja remoção depende, em grande parte, da turbulência do ar. Assim, quando a velocidade do vento é igual a zero ou muito baixa, a remoção da camada de ar saturado também é lenta, o que promove o decréscimo da evapotranspiração da cultura (TEIXEIRA; MOURA; ANGELOTTI, 2010).

2.2. Produção de uva de mesa no Brasil e no Vale do São Francisco

Em estudo realizado por Lazzarotto e Fioravanço (2013) é mostrado que o Brasil encontra-se entre os países que têm experimentado destacado crescimento em termos de produção, exportação, importação e consumo de uva de mesa. Nos

últimos 15 anos, houve crescimento altamente expressivo nas exportações do produto (1.503,7%), decorrente de um incremento anual médio da ordem de 22,9%. Por outro lado, a produção, a importação e o consumo aparente da fruta tenderam a apresentar taxas de crescimento muito próximas, variando entre 3,5% e 4,3% ao ano.

O Vale do Submédio São Francisco apresenta características climáticas peculiares, o que faz dessa região a única do mundo que produz uva o ano todo, sendo possível, dependendo da cultivar, colher entre duas e três safras anualmente (OLIVEIRA FILHO, 2011). Além disso, é possível realizar o escalonamento da produção ao longo do ano, o que reduz os investimentos em termos de infraestrutura, além de possibilitar escolher os períodos do ano mais favoráveis para que se consigam frutos de melhor qualidade. Por outro lado, a irrigação é um dos fatores essenciais que permite com que as videiras desenvolvam-se o ano todo, possibilitando decidir quando iniciar uma nova safra e prever a data da colheita. Isto possibilita uma produtividade elevada, da ordem de $40 \text{ t ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, bem acima das obtidas nas demais regiões produtoras brasileiras (ARAÚJO; ARAÚJO, 2006).

A exportação de uva de mesa do Vale do São Francisco segue o cronograma da demanda dos países importadores em duas janelas de mercado durante o ano. A primeira inicia-se a partir do final do mês de abril pela ausência no mercado exportador dos Estados Unidos, mercado mais exigente em termos de qualidade. A outra acontece em setembro, quando a uva passa a ser embarcada para a União Europeia, e em outubro para os Estados Unidos novamente (VITTI, 2009).

Em termos percentuais os países da União Europeia importam cerca de 70% do volume exportado pelo Brasil, e os Estados Unidos 22%, constituindo-se nos maiores mercados atuais da uva de mesa brasileira, enquanto os mercados emergentes como Canadá, Arábia Saudita e Rússia assumem grande importância estratégica para o crescimento do setor (OLIVEIRA FILHO; XAVIER; COSTA, 2008).

A região consagrou-se como polo produtor e exportador de uvas de mesa de alta qualidade, a partir do cultivo da variedade Itália, com elevado padrão tecnológico. Nos últimos anos, os viticultores têm-se preocupado em diversificar a produção vitícola com a introdução de novas variedades não somente para evitar a saturação do mercado com a oferta exclusiva de uva Itália, mas também para adaptarem às novas exigências do mercado interno e, principalmente, externo pela preferência ao consumo de uvas sem sementes. Algumas variedades de videira sem

sementes foram avaliadas na região, destacando-se a Perlette (CAMARGO; MASHIMA; CZERMAINSKI, 1997), a Vênus e a Marroo Seedless (LEÃO, 1999).

A produtividade no Vale do São Francisco atinge valores até duas vezes superiores aos maiores rendimentos registrados mundialmente, e cinco vezes maiores do que a média mundial. O Polo Petrolina-PE/Juazeiro-BA é o maior exportador de uva de mesa do Brasil, respondendo por 95% da exportação, registrando no período de 2003 a 2008 uma evolução na quantidade exportada de 37,6 para 79,1 mil toneladas, correspondendo a uma receita anual para o setor da ordem de US\$ 171 milhões (IBRAF, 2012). Impulsionado pelo crescimento e pela valorização da uva, Petrolina-PE foi o município brasileiro com maior valor de produção gerado por frutíferas (R\$ 619,2 milhões), um aumento de 40,1% (IBGE, 2013).

2.3. Uso de coberturas plásticas em parreirais

A utilização da cobertura plástica no Brasil tem aumentado significativamente como forma de atenuar os efeitos do clima durante as safras (MOTA et al., 2008). Em algumas regiões, a proteção dos parreirais com telas de plástico ou com o uso de estufas, utilizando filmes de polietileno consiste numa tecnologia capaz de viabilizar a colheita fora do período de safra, agregando maior valor à uva produzida nessa época (PIRES; MARTINS, 2003). É o caso da região do Vale do São Francisco, que possui sistemas de produção de uva manejados de forma que as colheitas coincidam com as principais janelas de mercado dos países importadores (VITTI, 2009).

A partir de 2004, os elevados índices de umidade resultantes da ocorrência de chuvas associados a temperaturas mais amenas passaram a comprometer a qualidade da uva produzida no Vale do São Francisco, tornando-a imprópria para a comercialização devido à incidência de doenças e de rachaduras das bagas. Com isso, o uso da cobertura plástica passou a ser utilizada na região como forma de diminuir as perdas causadas pelas chuvas, que ocorrem no período de maturação e colheita da fruta (LIMA, 2011). Lulu, Castro e Pedro Júnior (2005), em experimento conduzido na região de Jundiáí-SP, com a cultivar de uva de mesa 'Romana'

(A1105), verificaram que o uso da cobertura plástica em parreiral diminuiu a rachadura das bagas e a incidência de podridões nos cachos diante da ocorrência de chuvas. Tal resultado também foi observado por Chavarria et al. (2007a) que, além disso, destacou que o cultivo protegido também evitou o estabelecimento de míldio, não havendo a necessidade de utilização de fungicidas em Flores da Cunha-RS.

2.4. Influência da cobertura plástica no microclima de parreirais

O uso da cobertura plástica em parreirais gera mudanças no microclima, alterando o comportamento das variáveis meteorológicas em ambiente protegido, podendo influenciar diretamente tanto no crescimento e desenvolvimento quanto na quantidade e qualidade dos frutos (GONÇALVES, 2007). À produtividade da videira está condicionada a radiação solar, temperatura, umidade relativa do ar e disponibilidade hídrica do solo (FERREIRA et al., 2004). Além disso, a cobertura, por diminuir a radiação solar incidente e a velocidade do vento, pode atuar na redução da taxa evaporativa e, conseqüentemente, no decréscimo da demanda hídrica pela cultura (CHAVARRIA; SANTOS, 2009).

Temperatura, umidade relativa do ar e precipitação são as variáveis de maior importância na incidência de doenças fúngicas. De acordo com Sonogo e Garrido (2003) a faixa de temperatura ideal para o desenvolvimento do míldio está entre 18 e 25°C e para a antracnose, entre 2 e 32°C, sendo que a presença de água livre sobre os tecidos vegetais por, pelo menos, duas horas gera a infecção por míldio, situação essa favorecida pela alta umidade provocada por precipitação pluvial, nevoeiro e orvalho. Daí a necessidade de se estudar melhor o efeito causado pelo uso da cobertura plástica, pois radiação solar, temperatura e umidade relativa do ar e duração do período de molhamento em ambientes protegidos são modificados quando comparadas às condições externas.

Também se faz necessário o conhecimento das propriedades dos plásticos ou telas a serem usados, pois a qualidade de transmissão da radiação incidente em função do espectro, que inclui a faixa do ultravioleta, do visível e do infravermelho, por exemplo, depende das características do material utilizado como cobertura, bem

como da orientação e a arquitetura da planta. Segundo Pezzopane et al. (2004), o uso de tela de polietileno reduz a radiação fotossinteticamente ativa e parte do infravermelho próximo presentes na radiação global incidente. Segundo Cunha (2001) e Cunha e Escobedo (2003), entre os materiais mais utilizados na agricultura está o polietileno de baixa densidade (PEBD), que apresenta uma boa transparência à radiação solar e alta transmitância à radiação de onda longa.

A transmitância monocromática (T_λ) da cobertura pode ser definida como a razão entre a quantidade de energia radiante transmitida e o total incidente, para um dado comprimento de onda. Dentre os fatores que influenciam os valores de T_λ destaca-se a composição do material de cobertura, a espessura, o tempo de exposição às condições ambientais, a deposição de poeiras, o ângulo de incidência dos raios solares, a orientação e arquitetura da estufa, as condições atmosféricas no momento da determinação e a condensação nas paredes internas do plástico (CAMACHO et al., 1995).

Segundo Chavarria et al. (2008) a radiação fotossinteticamente ativa (PAR) sob a cobertura sofre importante alteração, sendo observadas diminuições de até 38% na radiação incidente sobre o dossel vegetativo. Neste trabalho, também foram observadas variações na radiação incidente em função da perda de transparência do plástico ao longo do tempo, o que resultou em uma redução de 32% no primeiro ano e de 43% no segundo ano. Outros trabalhos no Brasil, com diferentes tipos de cobertura no cultivo da videira, também demonstraram atenuação similar da PAR (CARDOSO et al., 2008; MOTA et al., 2008).

2.5. Potencial produtivo de parreirais com cobertura plástica

A cobertura plástica cria condições favoráveis para o processo fotossintético das plantas, conferindo-lhes um maior potencial produtivo quando comparado ao parreiral descoberto. A redução da incidência da radiação solar e a diminuição da velocidade do vento influenciam positivamente no crescimento das bagas, por possibilitar uma maior disponibilidade de água para as plantas e aumentar a pressão de turgor nos tecidos, favorecendo o crescimento celular (CHAVARRIA; SANTOS, 2009).

O microclima formado sob cobertura plástica em parreirais favorece ao aumento da produtividade das videiras por restringir a radiação solar e impedir danos fisiológicos devido ao excesso de luminosidade e ao estresse hídrico. Alguns estudos mostraram que as cultivares *Vitis labrusca* e *Vitis vinifera*, sob cobertura plástica, apresentaram maior tamanho e massa fresca de bagas em comparação às plantas descobertas (MOTA et al., 2008; CHAVARRIA et al., 2009b).

Embora as pesquisas sobre influência da cobertura dos parreirais no Vale do São Francisco não tenham ainda sido voltadas para aspectos de produção propriamente dita, estudos desenvolvidos nas demais regiões do Brasil indicam claramente que o microclima gerado pela cobertura interfere na resposta da planta em termos de produção (LIMA, 2011).

2.6. Balanço de radiação solar, radiação fotossinteticamente ativa, infravermelha e ultravioleta

A radiação solar que atinge a superfície da Terra é um parâmetro de fundamental importância para os diversos processos que ocorrem no sistema solo-planta-atmosfera, sendo que a energia proveniente do Sol é o fator mais importante para o desenvolvimento dos processos físicos que influenciam as condições de tempo e clima. De maneira geral, todos os fenômenos físicos, químicos e biológicos ocorridos no solo estão direta ou indiretamente relacionados com a quantidade de radiação solar incidente sobre a sua superfície (LEITÃO et al., 2000). A circulação atmosférica, que é responsável pelas condições meteorológicas num certo instante, também é regida pela disponibilidade de energia proveniente do Sol (QUERINO et al., 2006).

No setor agrícola, a principal função da radiação é dada pelas transformações bioquímicas nos vegetais, proporcionadas pelo número de horas de incidência de brilho solar nas culturas trabalhadas, além de determinar a época de floração e frutificação. Pode ser dito que a agricultura é uma consequência da energia solar, associada ao suprimento adequado de água e nutrientes. O conhecimento do regime e de sua distribuição durante o período de crescimento da cultura ou

qualquer outro período durante o ano é de importância relevante para o planejamento agrícola (MORAES, 2006).

Do total de radiação que chega a superfície, parte é imediatamente refletida, parte é transmitida e outra é absorvida pelas plantas de forma diferenciada. Tais interações podem ocorrer simultaneamente. No entanto, as proporções de energia refletida, absorvida e transmitida irão variar com os diferentes tipos de solo e coberturas. Deve-se levar em consideração também à dependência com relação ao comprimento de onda. As plantas absorvem cerca de 50 % da radiação de onda curta incidente e 97% da radiação de onda longa proveniente da atmosfera. O balanço de radiação à superfície é a contabilização entre ganhos e perdas de energia radiante, ou seja, entre os fluxos descendentes e ascendentes de radiação. A quantidade de energia que fica retida na superfície e que será utilizada nos fenômenos físicos e biológicos, denomina-se saldo de radiação (MORAES, 2006; LEIVAS; GUSSO; FONTANA, 2007).

A radiação solar apresenta um espectro contínuo de comprimentos de onda curta que, do ponto de vista biológico, pode ser separado em três faixas (bandas) distintas: Radiação ultravioleta (UV), comprimento de onda (λ) entre 10 e 400 nm; Radiação visível (VIS) com $400 \text{ nm} < \lambda < 700 \text{ nm}$; e Radiação infravermelho próximo (IVP) com $700 \text{ nm} < \lambda < 3000 \text{ nm}$. A radiação visível é subdividida de acordo com as cores características que aparecem no arco íris. Em ordem crescente de λ tem-se as cores violeta (400 – 425 nm), azul (425 – 490 nm), verde (490 – 560 nm), amarelo (560 – 585 nm), laranja (585 – 640 nm), e vermelho (640 – 700 nm) (Figura 1). A radiação visível é aquela utilizada pelas plantas no processo fotossintético, sendo denominada de fotossinteticamente ativa (RFA ou PAR). Isto não significa que a radiação IVP não seja importante. Fitocromos e hormônios são (des)ativados por essa radiação, e afetam tanto o crescimento como o desenvolvimento das plantas. Os efeitos da radiação IVP são mais qualitativos do que quantitativos, como ocorre no fotoperiodismo (PEREIRA; ANGELOCCI; SENTELHAS, 2007).

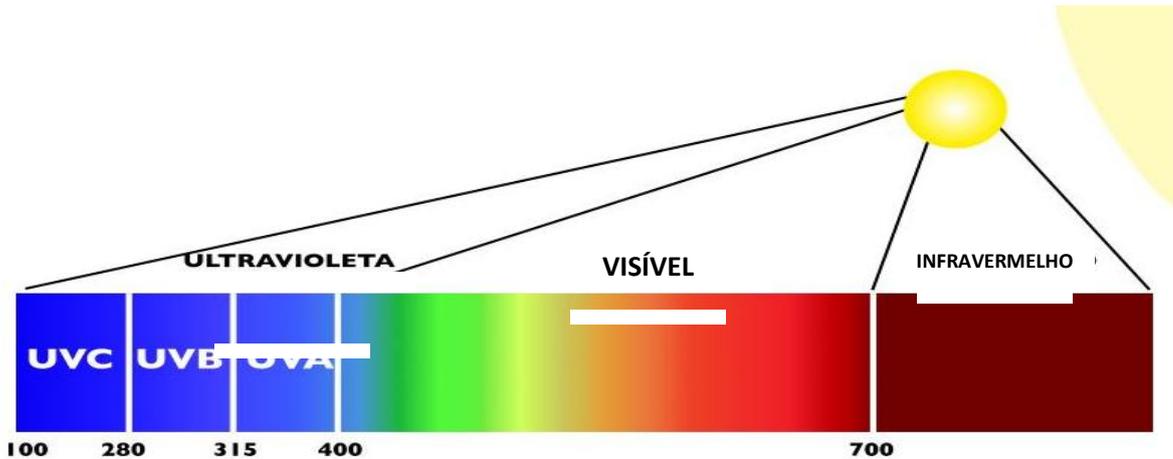


Figura 1. Espectro contínuo de comprimentos de onda da radiação solar (ηm).

Devido ao papel da radiação visível na fotossíntese e em outros processos, a radiação PAR é um dos mais importantes recursos para as plantas, estando relacionada a estudos sobre taxa de crescimento vegetal, taxa fotossintética e condutância estomática, uma vez que é a radiação que excita as moléculas de clorofila das plantas, iniciando o fluxo de energia durante o processo de fotossíntese (FRISINA; ESCOBEDO; GOMES, 2003; MONTEITH, 1972).

2.7. Influência da radiação solar no crescimento e desenvolvimento da videira

A videira é uma planta exigente em luz, requerendo elevada insolação durante o período vegetativo, fator importante no processo da fotossíntese, bem como na definição da composição química da uva. O manejo do dossel vegetativo do parreiral deve proporcionar uma boa exposição foliar à radiação solar. Esta variável climática influencia a abertura dos estômatos, órgãos responsáveis pelas trocas gasosas da folha bem como pelo estímulo ao nível dos cloroplastos. A videira é uma planta de sol que realiza a fixação do CO_2 atmosférico segundo o metabolismo C_3 (TAIZ; ZEIGER, 2009).

Conforme Teixeira (2004), a radiação solar atua nos processos de fotoenergia (fotossíntese) e nos processos de fotoestímulos (processos de movimento e de formação). Este tipo de planta apresenta, na ausência de fatores limitantes, uma

resposta da fotossíntese caracterizada por uma primeira fase de aumentos proporcionais e uma segunda fase de aumentos decrescentes, até atingir a taxa fotossintética máxima correspondente ao ponto de saturação (MARINHO et al., 2011).

A videira é uma planta exigente em radiação solar e sua falta é prejudicial, principalmente durante a floração e a maturação dos frutos. Esta variável climática é fundamental para a coloração das bagas, sendo que a maior parte da concentração de açúcar do fruto é sintetizada nas folhas pela ação da luz solar durante o período de maturação. Além disso, para obtenção de uma boa colheita, o período que vai da mudança da cor à maturação deve ser bem ensolarado (PEDRO JÚNIOR; SENTELHAS, 2003).

Normalmente, as videiras necessitam de dias claros e ensolarados no período de crescimento (primavera e verão). São necessárias de 1200 a 1400 horas de sol no período ativo de crescimento. Segundo Giovannini (1999) essas horas de luminosidade são alcançadas em todo o país, sendo assim, a radiação solar não seria um fator que limitaria o cultivo da videira. Valores mais elevados de insolação durante o período de primavera-verão favorecem a formação de gemas e a maturação (HIDALGO, 1980).

A alta luminosidade favorece a formação de uva com elevado teor de açúcar. Em geral, quanto maior a luminosidade, melhor será a qualidade da uva. Os anos de maior insolação produzem uvas com bons teores de açúcares e com acidez adequada. De uma maneira geral, elevada insolação, quando aliada ao excesso de calor, é prejudicial à qualidade dos produtos para a agroindústria, resultando em mostos pouco equilibrados, com baixa acidez. Teores mais baixos de açúcar nos frutos sombreados ou em parreirais com dosséis densos (pouca luz dentro dos mesmos) estão associados ao aumento no tamanho das bagas (e conseqüente diluição dos açúcares). A exposição ao sol apressa o processo de maturação como um todo, especialmente o acúmulo de açúcares (JACKSON, 2000).

Dosséis densos ou cachos sombreados tendem a produzir bagas de maior tamanho, diferenças que são atribuídas a modificações na atividade respiratória das mesmas em condições de sombra. Frutos expostos ao sol tendem a ter maior acidez titulável e maior concentração de ácido tartárico do que frutos à sombra (SMITH et al., 1988). Esse aumento pode ou não estar relacionado a uma diminuição de pH e

acúmulo de K. Os menores teores de ácido málico nos frutos expostos ao sol se devem a um incremento na atividade da enzima málica.

Frutos à sombra tendem a acumular mais Ca e Mg (SMART; SMITH; WINCHESTER, 1988). Frutos expostos ao sol têm menos aromas herbáceos, devido ao aumento na síntese de monoterpenos que mascaram os aromas herbáceos originados pelas metoxipirazinas. A concentração de metoxipirazinas em Cabernet Sauvignon pode chegar, nos cachos sombreados a 2,5 vezes o valor encontrado em cachos ao sol. Esses efeitos podem ser alterados por práticas de manejo do vinhedo como desfolhas ao redor dos cachos, desde que executadas antes do início da maturação (ALLEN, 1993).

3. MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em parreirais de uva de mesa variedade Sugaone, na propriedade Águia do Vale (09° 06' 14" S; 40° 29' 52" W, altitude de 360 m), localizada no Projeto de Irrigação Maria Tereza, Petrolina/PE (Figura 2), no período de maio a outubro de 2010. O solo da área é Neossolo Regolítico. Segundo a classificação de Köeppen, o clima da região é tipo Bsw h', com temperaturas elevadas ao longo de quase todo o ano, sendo os meses mais frios junho e julho; além de chuvas irregulares e forte evaporação em consequência das altas temperaturas durante a maior parte do ano (LEÃO; SILVA, 2003).



Figura 2. Vista aérea da área experimental, propriedade Águia do Vale, Projeto de Irrigação Maria Tereza, Petrolina/PE, 2010.

Os parreirais foram conduzidos em sistema de latada com plantio em camalhões de 0,5 m de altura e espaçamento de plantio de 3,5 x 2,5 m. O período de cobertura ocorreu durante a fase de maturação e colheita, a qual foi fixada sobre

o dossel, com as bordas laterais presas em arames da própria latada por cordas para que o plástico permanecesse esticado e resistente à força do vento. O material da cobertura plástica utilizada foi o filme de polietileno transparente de baixa densidade (PEBD), de 160 μm de espessura e 3 m de largura; com aproximadamente três anos de uso.

O delineamento experimental foi DIC (Delineamento Inteiramente Casualizado), com três tratamentos: tratamento 1 – sem cobertura plástica (SCob); tratamento 2 – cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50); e tratamento 3 – cobertura plástica a 100 cm acima do dossel (CP100) (Figura 3). Cada parcela experimental foi constituída por nove plantas consecutivas em uma mesma fileira de plantio, sendo a primeira e a última de cada fileira considerada bordadura. Cada uma das sete plantas centrais correspondeu a uma repetição.



Figura 3. Parreiral com uva de mesa, variedade Sugaone, com os tratamentos sem cobertura plástica (SCob), com cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50) e a 100 cm (CP100), Petrolina/PE, 2010.

O monitoramento da radiação solar para os diferentes comprimentos de onda foi efetuado por meio de piranômetros espectrais (Eppley) equipados com filtros solares apropriados (Eppley) (Figura 4), fazendo-se medidas acima e abaixo da

cobertura plástica de: radiação global; radiação ultravioleta (UV); radiação visível (PAR); quatro faixas de radiação dentro do espectro visível (395-495; 495-530; 530-630; e 630-695 nm); nas faixas ≥ 395 , ≥ 495 , ≥ 530 , e ≥ 630 nm; e de radiação infravermelha (IR), bem como dos componentes do balanço de radiação, os quais foram medidos utilizando-se um saldo radiômetro modelo CNR1 (Kipp & Zonen). Todos os sensores foram conectados a sistemas automáticos de aquisição de dados CR23X e CR1000, programados para efetuar leituras a cada dois segundos, gerar médias horárias e diárias e valores extremos diários (Figura 5).

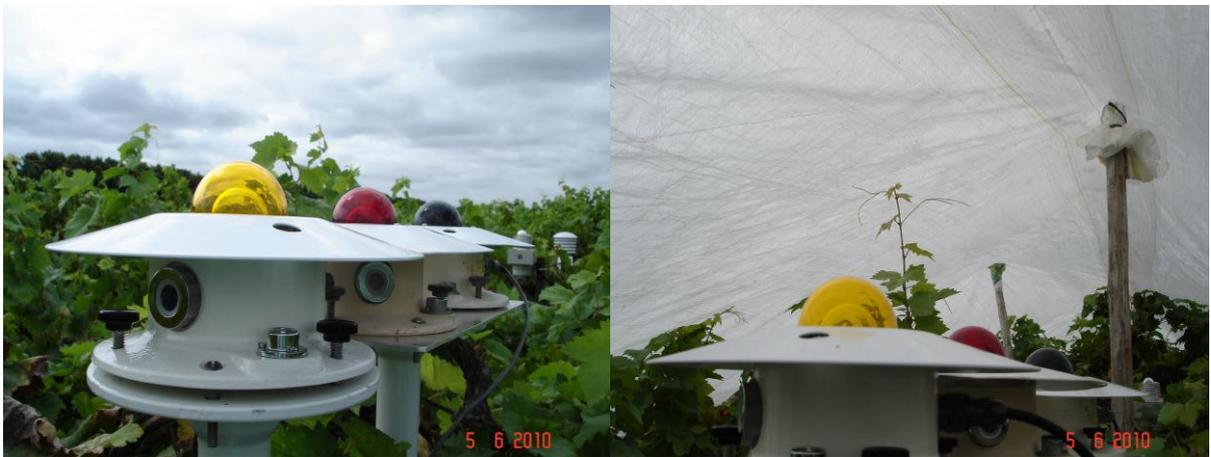


Figura 4. Piranômetros espectrais equipados com filtros solares apropriados, em parreiral descoberto (esquerda) e coberto (direita), Petrolina/PE, 2010.



Figura 5. Saldo radiômetro CNR1 conectado a sistema automático de aquisição de dados – datalogger, Petrolina/PE, 2010.

Os dados foram organizados em planilha eletrônica, utilizando o *software* Quattro Pro, para cálculo das transmitâncias de cada faixa espectral. A partir daí, fez-se as análises dos resultados.

As transmitâncias pela cobertura plástica da radiação global (T_{RG}), fotossinteticamente ativa (T_{PAR}), infravermelha (T_{IR}) e ultravioleta (T_{UV}) foram determinadas a partir da razão entre as radiações medidas sob e sobre a cobertura plástica, conforme equações abaixo:

$$T_{RG} = K_{\downarrow int} / K_{\downarrow ext} \quad (1)$$

$$T_{PAR} = PAR_{\downarrow int} / PAR_{\downarrow ext} \quad (2)$$

$$T_{IR} = IR_{\downarrow int} / IR_{\downarrow ext} \quad (3)$$

$$T_{UV} = UV_{\downarrow int} / UV_{\downarrow ext} \quad (4)$$

Visando avaliar de forma mais detalhada o comportamento da radiação solar, também foram determinadas as transmitâncias, da mesma forma citada acima, para as seguintes faixas de comprimentos de onda: ≥ 395 ; ≥ 495 ; ≥ 530 ; ≥ 630 ; ≥ 695 ; 395 – 495 (verde), 495 – 530 (azul), 530 – 630 (laranja) e 630-695 nm (vermelho).

A transmitância da radiação global foi medida nos tratamentos CP50 e CP100. Após um estudo inicial obteve-se dados com valores muito próximos, e devido à inexistência de diferença entre os tratamentos, os dados de radiação solar utilizados para os cálculos de transmitância para os demais espectros e faixas foram medidos somente no tratamento CP50. A coleta dos dados utilizados para a determinação da transmitância foi feita nos meses de maio e junho de 2010.

Com base na metodologia descrita por Leitão (1994) foram determinados, para cada tratamento, o balanço de radiação de ondas curtas (K^*) e de ondas longas (L^*). Para obter o balanço de radiação (R_n), conforme equações abaixo:

$$R_n = K^* + L^* \quad (5)$$

$$R_n = (K_{\downarrow} - K_{\uparrow}) + (L_{\downarrow} - L_{\uparrow}) \quad (6)$$

Em que K_{\downarrow} é a radiação de ondas curtas incidente; K_{\uparrow} é a radiação de ondas curtas refletida; L_{\downarrow} é a radiação de ondas longas emitida pela cobertura e L_{\uparrow} é a radiação de ondas longas emitida pela superfície.

Determinou-se também para cada tratamento a razão entre as seguintes medidas de radiação observadas sob e sobre o dossel, nos três tratamentos: radiação global, saldo de radiação ou energia disponível; bem como a razão entre a radiação de onda longa emitida pela atmosfera, no caso do dossel descoberto ou aquela emitida pela cobertura plástica, no caso dos dosséis cobertos; e a radiação de onda longa emitida pelo dossel na direção das bagas ou superfície do solo. Foram utilizados para estas razões os dados coletados nos meses de setembro e outubro de 2010.

A data de realização da colheita seguiu o cronograma estabelecido pela administração da propriedade, a qual é planejada em função do teor mínimo de concentração de sólidos solúveis atingidos pelas bagas ($\text{Brix} \geq 14\%$) e da demanda do mercado importador. A determinação do brix foi feita regularmente durante o cultivo com o auxílio de um refratômetro, e após a colheita no Laboratório da Cooperativa de Produtores.

Visando avaliar os efeitos da radiação solar sobre os dosséis, considerando a estreita relação entre a eficiência fotossintética e o comprimento de onda da radiação solar (Figura 6), procurou-se relacionar o comportamento observado para cada faixa de radiação do espectro solar, com a produtividade obtida em cada tratamento, durante o segundo semestre de 2010. Esta produtividade foi determinada a partir dos pesos de todos os cachos e bagas colhidos em cada planta dentro da parcela experimental de cada tratamento. Foi determinado o peso das uvas selecionadas para comercialização bem como daquelas defeituosas e seus valores convertidos para produtividade tomando-se como referência a estimativa da população de plantas por hectare, com base no espaçamento de plantio adotado para cada variedade estudada, conforme equação abaixo:

$$P = P_{bg} \times N_{pl} \quad (6)$$

Em que P é a produtividade física, P_{bg} o peso dos cachos e bagas soltas de cada planta e N_{pl} o número de plantas por hectare.

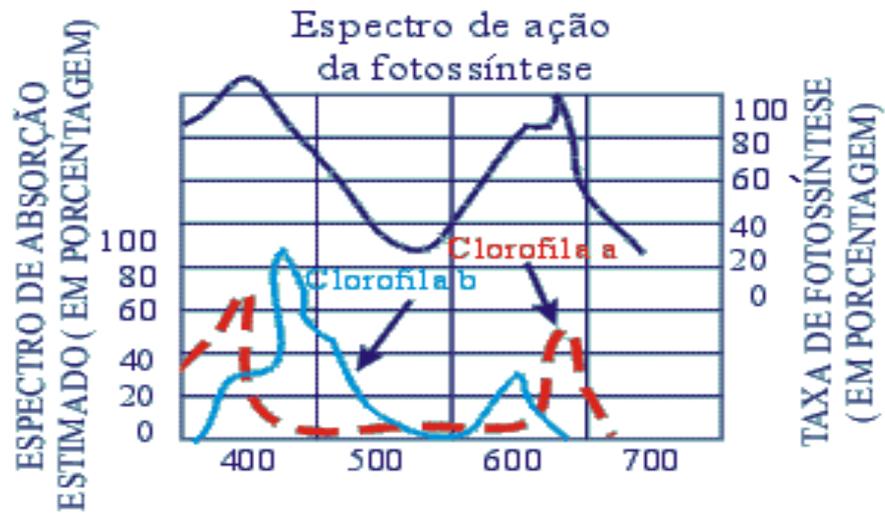


Figura 6. Eficiência fotossintética em função do comprimento de onda do espectro da radiação solar.

Os dados de produtividade coletados foram submetidos à análise de variância por meio do *software* estatístico Sisvar 5.3 (FERREIRA, 2010) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à radiação global não houve diferença significativa entre os tratamentos analisados, e a cobertura plástica deixou passar 67%, conforme pode ser observado na Figura 7. Isso indica que a radiação solar global que atingiu o dossel teve uma redução de 33%, evidenciando a capacidade filtrante da cobertura plástica. Este resultado também foi encontrado em Botucatu/SP, na região Sudeste do Brasil, por Boueri e Lunardi (2006). Em experimento realizado por Leitão et al. (2006) em Petrolina/PE, na região do Vale do São Francisco, foi observado para a mesma cobertura com apenas seis meses de uso transmitância de 68,2%. Conforme a bibliografia, os filmes de polietileno de baixa densidade apresentam transmitância mínima de 65% e máxima de 90% para radiação solar (FARIAS et al., 1993; CAMACHO et al., 1995; BECKMANN et al., 2006).

Para a transmitância da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) pela cobertura plástica, obteve-se o índice de 57,9% (Figura 7). Já que a cobertura utilizada neste experimento tinha mais de três anos de uso, pode-se inferir, portanto, que há uma redução da transmitância de radiação solar pela cobertura na medida em que esta tem maior tempo de uso, ou seja, quanto mais velha for a cobertura plástica, maior a resistência à passagem de radiação, conseqüentemente, menor será a quantidade de radiação que chega ao dossel. Leitão et al. (2006) encontraram valor próximo, em estudo realizado em parreirais cobertos com polietileno de baixa densidade na mesma região, no qual foi observada transmitância média para radiação PAR em cobertura com quatorze meses de uso de 54,30%. Enquanto que para Flores da Cunha, na região sul, Cardoso et al. (2008) observaram que 67,5% da radiação PAR atingiu o dossel coberto. Já Reisser Júnior (2002) observou transmitância média de 70% da radiação PAR em estufas de PEBD. Para Papadakis (2000) o material de cobertura ideal deveria permitir 100% de transmitância da radiação PAR, visto que essa faixa do espectro solar, sob o ponto de vista agrônômico, é extremamente importante para os processos metabólicos que ocorrem nas plantas, a começar pela fotossíntese.

Chavarria et al. (2008) e Chavarria et al. (2007b) observaram diminuições de até 38% na radiação fotossinteticamente ativa incidente sobre o dossel vegetativo, bem como variações na radiação incidente em função da perda de transparência do

plástico ao longo do tempo, o que resultou em uma redução de 32% no primeiro ano e de 43% no segundo ano, ratificando o resultado encontrado neste experimento, uma vez que a cobertura plástica utilizada tinha aproximadamente três anos de uso e apresentou perda de 42,1% para radiação PAR. Outras pesquisas realizadas no Brasil, com diferentes tipos de cobertura em cultivo de videira, também demonstraram atenuação similar da radiação PAR (COMIRAN et al., 2012; CARDOSO et al., 2008; MOTA et al., 2008), o que é atribuída, não só a composição dos plásticos, mas também ao ângulo da cobertura em relação a incidência dos raios solares, à espessura e ao tipo de plástico, à degradação e ao depósito de resíduos.

Para a faixa de radiação ultravioleta (UV) foi observada transmitância de 55,2% e para radiação infravermelha (IV) 76,2%, conforme é mostrado na Figura 7. A partir desses índices, pode-se concluir que a cobertura de polietileno é mais eficiente em bloquear a radiação UV do que a radiação IV, uma vez que a cobertura reduziu a incidência de radiação IV em 23,8% e a radiação UV em 44,8%. Segundo Comiran (2009) a cobertura de PEBD contém aditivos químicos contra a ação da radiação UV. Chavarria (2008) afirma que estes aditivos químicos são necessários para evitar a fotodegradação das coberturas. Este comportamento da radiação UV também foi observado por Chavarria et al. (2009b) que encontraram transmitância de 56% para essa faixa do espectro solar.

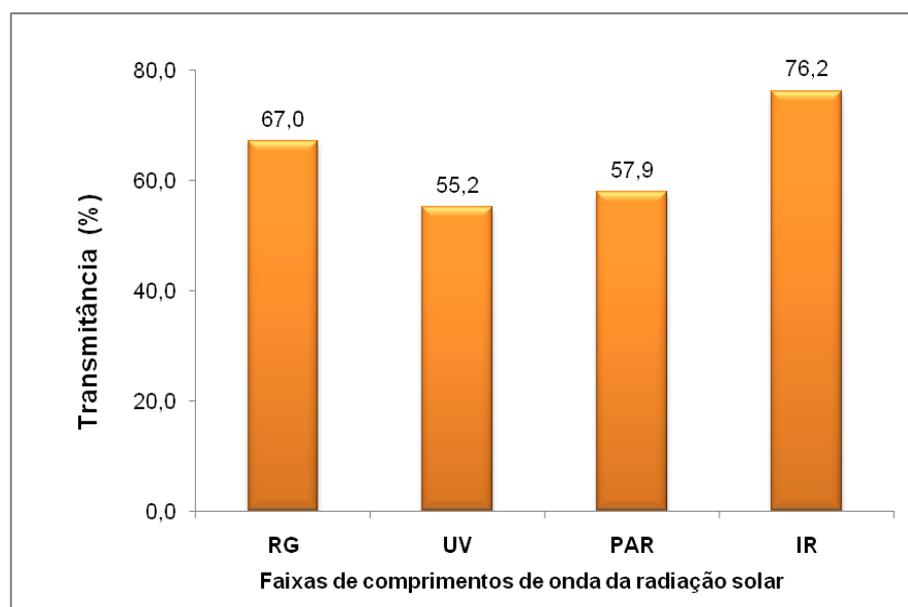


Figura 7. Transmitância da radiação global (RG), ultravioleta (UV), fotossinteticamente ativa (PAR) e infravermelha (IR) em parreirais cobertos, Petrolina/PE, 2010.

Analisando a transmitância das radiações com comprimento de onda dentro do espectro solar visível, observou-se que o intervalo 395-495 nm foi o que apresentou a menor transmitância (42,0%); enquanto que o intervalo 495-530 nm apresentou a maior (81,4%). No entanto, os intervalos 530-630 nm e 630-695 nm apresentaram percentuais de transmitância intermediários (57,7 e 59,0%, respectivamente) (Figura 8). Esses resultados indicam que a radiação na faixa do verde foi a menos bloqueada pela cobertura, ou seja, apenas 18,6% da radiação incidente nessa faixa não ultrapassou a cobertura; enquanto a radiação na faixa do azul foi a mais bloqueada pela cobertura (58,0%). Tais resultados são diferentes dos encontrados por Venturin e Santos (2004) e Chavarria et al. (2009b), os quais observaram tanto para a faixa do azul quanto para a faixa do verde os maiores percentuais de bloqueio. Kittas et al. (1999) também observaram que coberturas plásticas têm grande influência na diminuição da radiação na faixa do azul.

Sob o ponto de vista fisiológico, a maior interceptação da faixa do azul favorece a dominância apical reduzindo, assim, a brotação de gemas laterais, isto porque a quebra da dominância apical depende da degradação de auxinas, e quanto menor a incidência de luz azul menor é o processo de degradação. Além disso, outros processos tendem a ser reduzidos, já que um importante grupo de fotorreceptores para o desenvolvimento das plantas são os que absorvem na região do azul, responsável por inúmeras respostas em plantas, sendo elas: taxa de inibição no crescimento do hipocótilo, fototropismo e indução de expressão gênica. A luz azul também é importante em processos de síntese de pigmentos, enzimas, desenvolvimento de cloroplastídeos, ativação do ritmo circadiano da fotossíntese e de muitos outros processos fotomorfogênicos. Por fim, atua na abertura estomática, o que proporciona entrada de maior quantidade de CO₂ e, conseqüentemente, maior carboxilação, aumentando a eficiência da fotossíntese; e o início do processo fotossintético depende da absorção de radiação pelas clorofilas *a* e *b*, onde o maior pico de absorção de luz ocorre no vermelho (em torno de 665 nm) e no azul (em torno de 465 nm) (SANTOS; SOUZA, 2012; SILVA; DEBERGH, 1997 ECKERT; KOLDENHOFF, 2001; CHEN; BLANKENSHIP, 2011).

A radiação solar dentro da faixa do verde, ou seja, aquela compreendida entre 400 e 510 nm do espectro solar, é essencialmente a região mais fortemente absorvida pelos pigmentos amarelos e pela clorofila, o que gera grande atividade fotossintética e exerce vigorosa ação na formação das plantas (ROSEMBERG,

1974). A maioria dos estudos realizados acerca da influência da luz verde no desenvolvimento de plantas foi feito *in vitro*, e nessas condições essa faixa do espectro favoreceu a obtenção de maior número médio de folhas e maior taxa de multiplicação (ERIG; SCHUCH, 2005).

Os fitocromos são fotorreceptores ativados pela faixa do vermelho dentro do espectro solar (630-695 nm). Dale (1988) cita que o fitocromo pode estar envolvido no controle de genes ligados à fotossíntese, codificando a síntese de clorofilas a e b, pequenas subunidades da rubisco, entre outros aparatos fotossintéticos. Sendo assim, quanto mais radiação nessa faixa de comprimento de onda incide sobre o dossel, maior é o processo de fotossíntese.

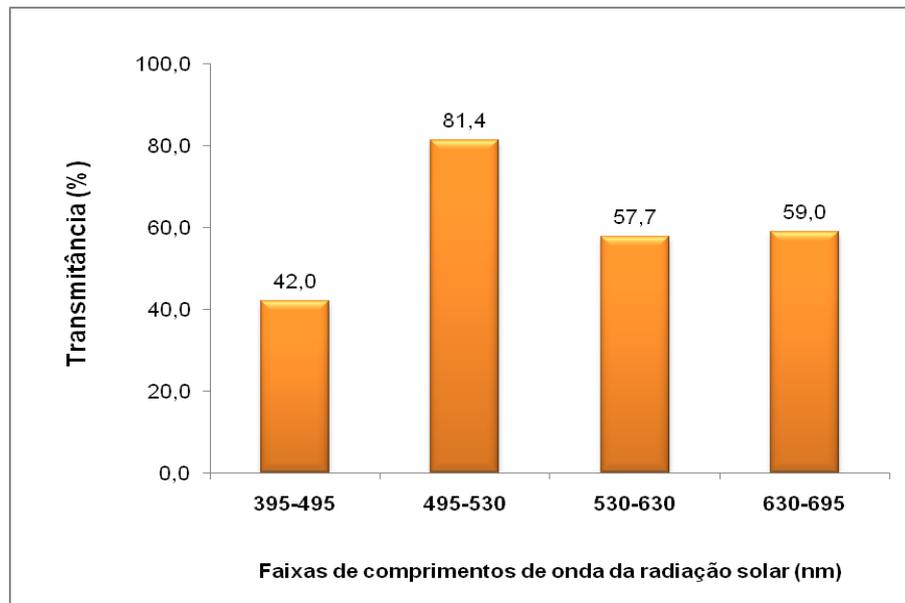


Figura 8. Transmitância da radiação solar nos intervalos de comprimento de onda entre 395 e 695 nm em parreiras cobertas, Petrolina/PE, 2010.

Fazendo-se agora uma análise da Figura 9, pode-se observar que a cobertura plástica deixou passar 68,3% da radiação acima de 395 nm; 70,3% da radiação acima de 495 nm e 69,8% da radiação acima de 530 nm. Para as faixas espectrais acima de 630 nm e de 695 nm, a cobertura apresentou transmitância de 73,2% e 76,2%, respectivamente. Percebe-se, portanto, que a cobertura permitiu a passagem, em maior quantidade, da radiação acima da faixa do visível. Os resultados obtidos indicaram que a transmitância da cobertura plástica aumentou à

medida que o comprimento de onda do espectro solar foi maior (Figura 6), corroborando com o que foi encontrado por Comiran (2009).

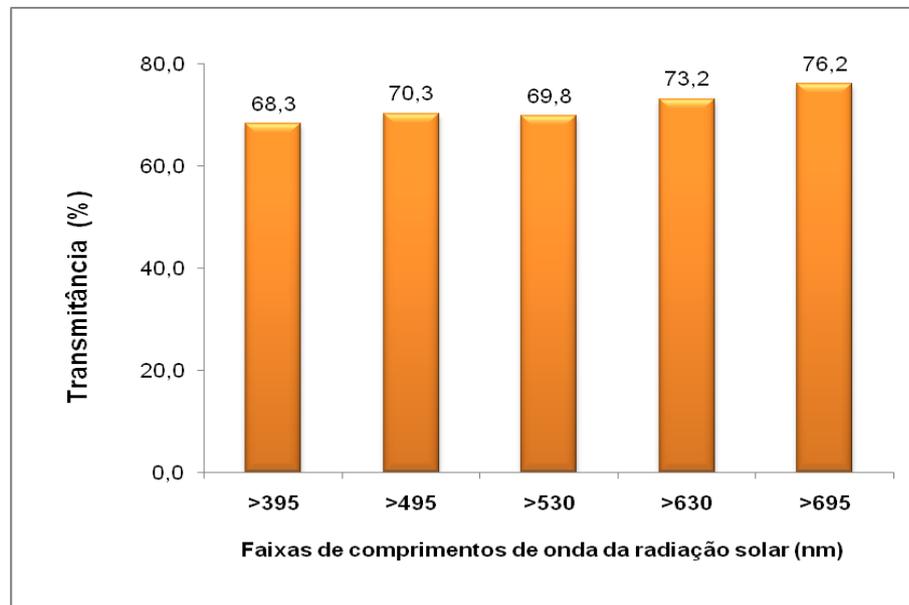


Figura 9. Transmitância da radiação solar nos intervalos de comprimento de onda maiores que 395, 495, 530, 630 e 695 nm em parreirais cobertos, Petrolina/PE, 2010.

Na Figura 10 é mostrado que a razão entre a radiação global incidente abaixo do dossel (altura das bagas) e o saldo de radiação de onda curta (SOC) sobre o dossel foi maior no tratamento CP100, e seu valor máximo ocorreu às 13 horas (59,8%). Por outro lado, tanto o tratamento descoberto SCob quanto o tratamento coberto CP50 apresentaram comportamento praticamente constante ao longo do dia, apesar do primeiro ter sido ligeiramente inferior ao segundo. Este menor percentual no tratamento descoberto pode ser atribuído a uma maior atenuação da radiação solar emitida pelo dossel, já que uma maior quantidade de radiação incidente foi absorvida pelas folhas e parte emitida em direção à superfície. Este tratamento (SCob) teve um valor máximo da razão de 30,8%, que também ocorreu às 13 horas, mas ele foi duas vezes menor do que o observado no tratamento CP100.

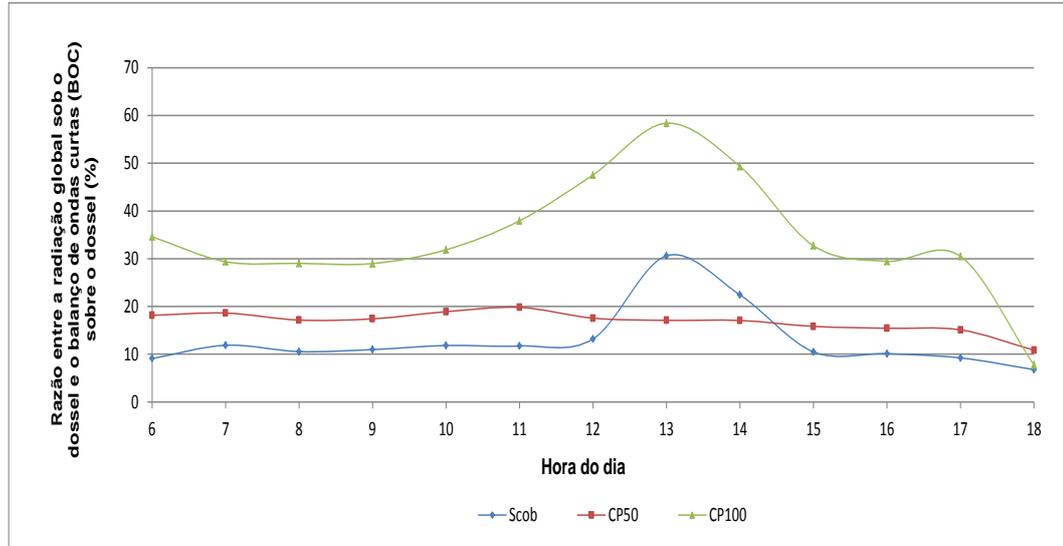


Figura 10. Razão entre a radiação global sob o dossel e balanço de ondas curtas (BOC) sobre o dossel nos tratamentos sem cobertura plástica (SCob), com cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50) e a 100 cm acima do dossel (CP100), Petrolina/PE, 2010.

Fazendo-se agora uma avaliação da incidência de radiação global sob os dosséis a partir da Figura 11, pode-se inferir a partir desses resultados que esta incidência nos dosséis cobertos foi reduzida pela cobertura apenas no tratamento CP50, e no tratamento CP100 em decorrência do menor índice de área foliar (IAF) houve uma maior incidência de radiação solar sob este dossel, disponibilizando, portanto, mais radiação para o processo fotossintético das plantas.

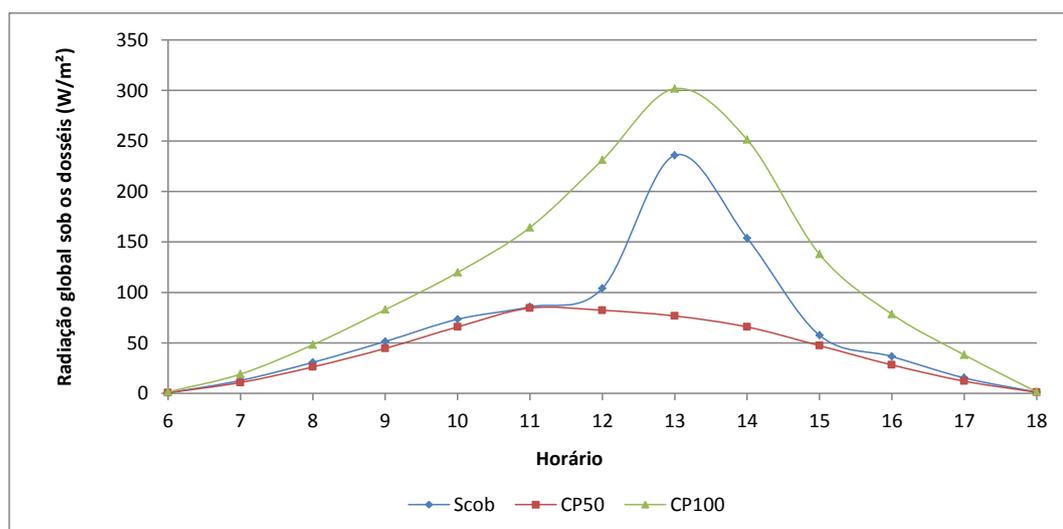


Figura 11. Radiação global ($W\ m^{-2}$) sob o dossel nos tratamentos sem cobertura plástica (SCob), com cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50) e a 100 cm acima do dossel (CP100), Petrolina/PE, 2010.

Analisando a razão entre o saldo de radiação observado sob e sobre os dosséis apresentada na Figura 12, observa-se que a maior razão ocorreu para o tratamento CP100, seguido do tratamento SCob e do tratamento CP50. Em termos de razão máxima o tratamento CP100 teve o maior índice 55,9%, enquanto o tratamento SCob a razão foi de apenas 30,9%, e ambas ocorreram às 13 horas. Percebe-se ainda na Figura 11 que, aproximadamente às 18 horas, houve uma inversão brusca no comportamento desta razão nos tratamentos cobertos CP50 e CP100, ou seja, a razão passou a ser negativa, com ambos os tratamentos apresentando um decréscimo significativo, enquanto que no tratamento descoberto SCob os valores apesar de negativos foram menores. Provavelmente, isso está associado à ocorrência do pôr do sol neste horário, pois a partir deste instante a incidência de radiação de ondas curtas torna-se nula, logo o balanço de radiação resulta apenas da entrada e saída de radiação de ondas longas. No entanto, a partir de 19 horas as curvas indicam que as razões voltaram a ser menos negativas. Além disso, observou-se que o retorno a valores positivos apenas ocorreu no tratamento coberto CP100, pois a razão no tratamento descoberto SCob foi negativa e muito próxima de zero, entre 18 e 23 horas, e no tratamento CP50 também foi negativa e abrangeu um intervalo de tempo maior, de 18 a 24 horas e de 0 a 1 hora, o que indica que neste tratamento ocorreu uma maior perda de radiação de ondas longas, durante o período noturno. Pezzopane et al. (1995) afirma que durante a noite o fluxo incidente de radiação solar tem contribuições apenas da atmosfera e a radiação de ondas longas emitida pela superfície é superior a este, resultando num saldo negativo. Neste experimento, verificou-se que além das contribuições mencionadas por Pezzopane et al. (1995) relativas a atmosfera e a superfície em relação à emissão de radiação térmica, no tratamento CP50, devido a uma maior proximidade da cobertura em relação ao dossel, ou seja, como este dossel tinha uma camada de ar menos espessa (50 cm) houve também uma contribuição mais acentuada da cobertura plástica com relação à emissão de radiação do que no tratamento CP100.

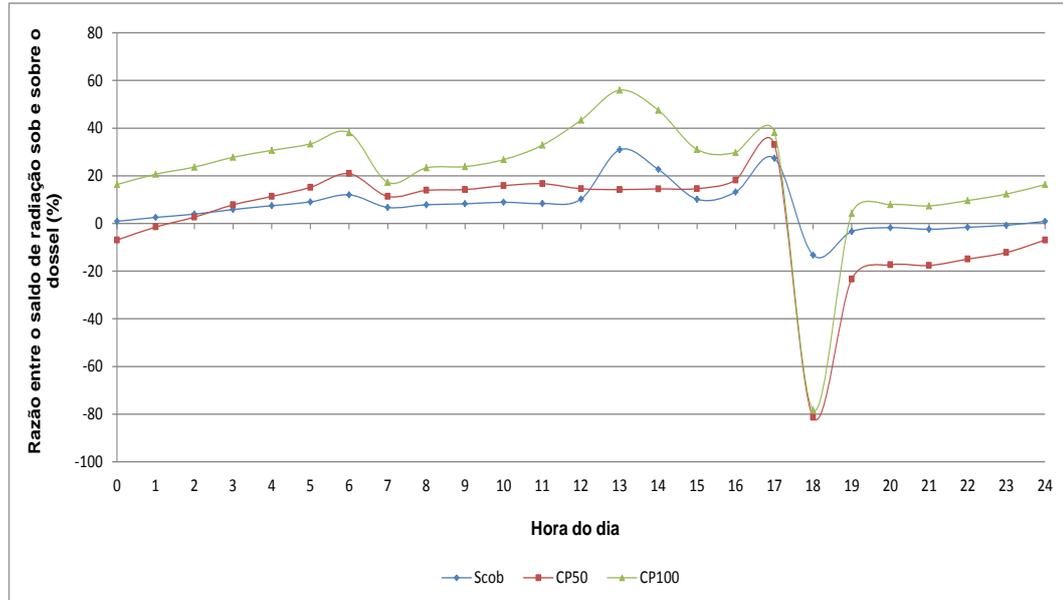


Figura 12. Razão entre o saldo de radiação sob e sobre o dossel nos tratamentos sem cobertura plástica (SCob), com cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50) e a 100 cm acima do dossel (CP100), Petrolina/PE, 2010.

Tomando como base a Figura 13 e avaliando inicialmente para o tratamento SCob, a razão entre a radiação emitida pelo dossel (R_d) e a radiação emitida pela atmosfera (R_a) percebe-se que este tratamento foi o que apresentou o maior índice médio diário (122,1%), valor 1,16 vezes maior do que os observados nos tratamentos cobertos (CP50 e CP100), os quais não apresentaram diferença entre si, ao se avaliar a razão entre a radiação emitida pelos dosséis (R_d) e a radiação emitida pela cobertura (R_c), ou seja, a quantidade de radiação emitida pelos dosséis cobertos (CP50 e CP100) em direção às bagas foi, em média, apenas um pouco maior do que a radiação emitida pelas coberturas plásticas em direção aos dosséis 3,7 e 4,7%, respectivamente, enquanto no dossel descoberto a emissão de radiação de ondas longas pelo dossel foi expressivamente maior, em média 22,1% daquela incidente sobre este dossel. Isto decorreu da incidência direta de radiação sobre este dossel, proporcionando um maior aquecimento da camada foliar em relação aos tratamentos cobertos.

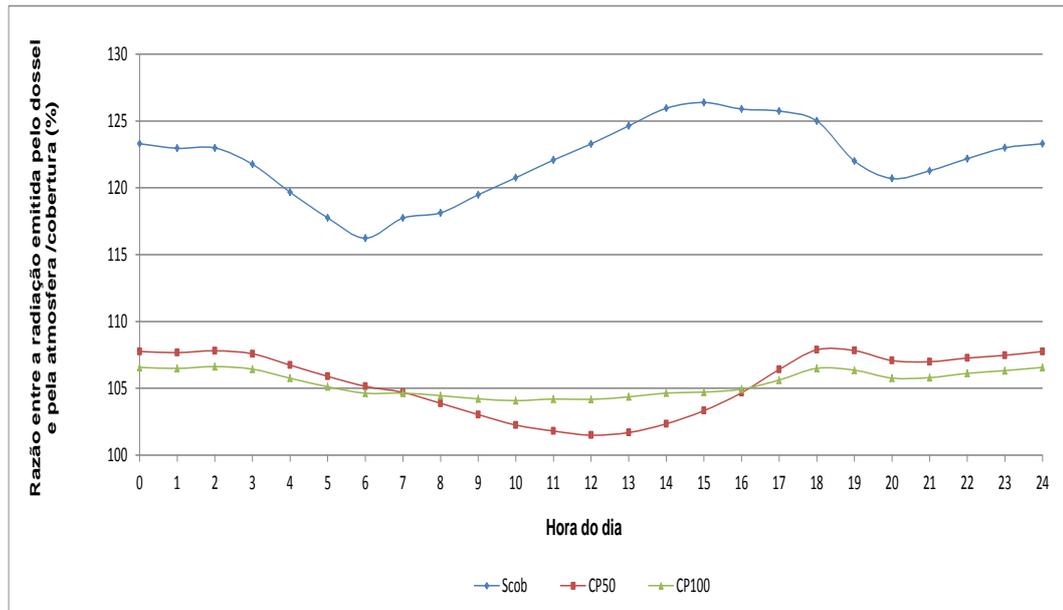


Figura 13. Razão entre a radiação emitida pelo dossel e pela atmosfera/cobertura nos tratamentos sem cobertura plástica (SCob), com cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50) e a 100 cm acima do dossel (CP100), Petrolina/PE, 2010.

Fazendo agora uma análise do comportamento das radiações emitidas pelo dossel e pela superfície do solo a partir da razão entre essas variáveis (Figura 14), verifica-se que ao longo do dia houve para todos os tratamentos uma variação acentuada. O tratamento CP50, entre 7 e 14 horas, apresentou os maiores valores desta razão em relação ao tratamento coberto CP100 e ao descoberto SCob; a partir de 15 horas passou a ser menor do que a do tratamento CP100 e do tratamento SCob, voltando a ficar maior que este último a partir das 18 horas. De modo geral, no período diurno, logo após 7 horas, até um pouco depois de 18 horas, todos os tratamentos apresentaram razões maiores que 100%; porém, para o tratamento CP100 a razão continuou acima de 100% até próximo de 24 horas, quando começou a diminuir. No entanto, as razões para os tratamentos CP50 e SCob começaram a diminuir logo após 18 horas indo até um pouco depois de 6 horas. Estes resultados indicam que durante o período diurno houve uma maior emissão de radiação de ondas longas pelo dossel em direção às bagas, enquanto no período noturno houve uma inversão, ou seja, a maior contribuição foi a emissão de radiação pela superfície do solo.

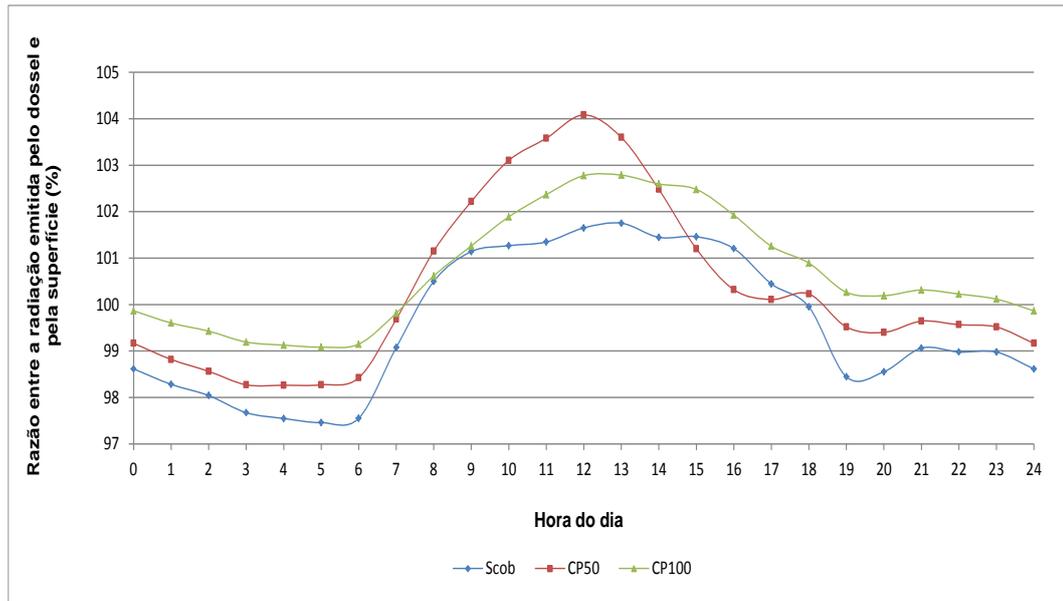


Figura 14. Razão entre a radiação emitida pelo dossel e pela superfície nos tratamentos sem cobertura plástica (SCob), com cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50) e a 100 cm acima do dossel (CP100), Petrolina/PE, 2010.

Fazendo-se finalmente uma análise em relação ao comportamento da radiação global média horária incidente sobre os dosséis cobertos, ou seja, da radiação global que passou pela cobertura plástica e chegou aos dosséis (Figura 15), percebe-se que de 6 horas até um pouco depois de 12 horas, não houve diferença expressiva entre os tratamentos CP50 e CP100, ou seja, chegou a estes dosséis aproximadamente a mesma quantidade de radiação. No entanto, a partir de 13 horas o tratamento CP100 apresentou um comportamento crescente e atingiu um percentual máximo de 84,4% às 18 horas. Enquanto que o tratamento CP50 apresentou comportamento decrescente a partir do mesmo horário, e atingiu um menor percentual de radiação às 18 horas, ou seja, apenas 45,0% da radiação global que incidiu sobre a cobertura plástica chegou ao dossel. Esse comportamento diferenciado entre os dois tratamentos, provavelmente é decorrente da contribuição de entrada de radiação global pelas laterais no tratamento CP100, bem como da multirreflexão de radiação resultante da cobertura plástica.

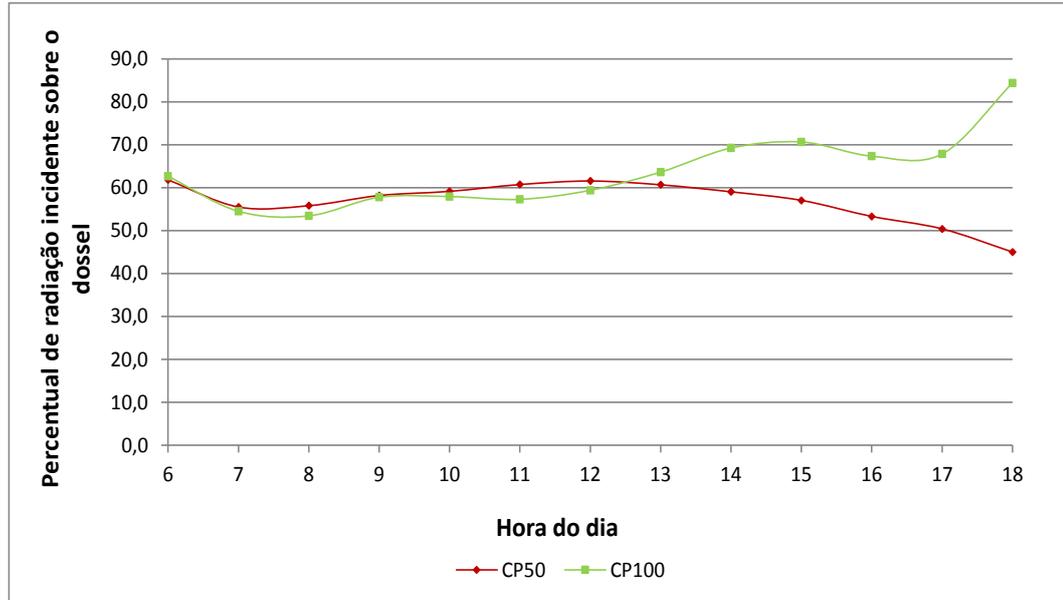


Figura 15. Percentual de radiação incidente sobre o dossel nos tratamentos sem cobertura plástica (SCob), com cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50) e a 100 cm acima do dossel (CP100), Petrolina/PE, 2010.

Finalmente, partindo-se para uma análise do percentual de passagem de radiação global através do dossel (Figura 16), ou seja, do percentual de radiação que passou pelo dossel e incidiu sobre as bagas, observou-se que no tratamento coberto CP100 foi onde ocorreu a maior incidência de radiação nas bagas. É importante mencionar que este tratamento foi o que apresentou o menor índice de área foliar ($3,81 \text{ m}^2/\text{m}^2$). Por outro lado, observa-se que no tratamento coberto CP50 essa razão não apresentou nenhum pico, ou seja, a curva praticamente mostrou-se constante ao longo do dia; e a incidência de radiação global sobre as bagas em nenhum momento ultrapassou 10%. Considerando que ambos os tratamentos cobertos tinham o mesmo tipo de cobertura, esses resultados obtidos permitem afirmar que devido ao IAF maior no tratamento coberto CP50, a radiação global foi mais fortemente bloqueada pelo dossel do que propriamente pela cobertura plástica. Neste tratamento CP50, o IAF foi de $5,88 \text{ m}^2/\text{m}^2$, um índice bem maior que observado no tratamento CP100 de $3,81 \text{ m}^2/\text{m}^2$. Já o tratamento descoberto SCob apresentou valores próximos aos encontrados para o do tratamento CP50 e a incidência de radiação global média sobre as bagas às 13 horas atingiu 24,8%, ou seja, em função da incidência mais perpendicular dos raios solares pelos gaps (abertura) deste dossel neste horário, houve uma maior passagem de radiação global pelo dossel.

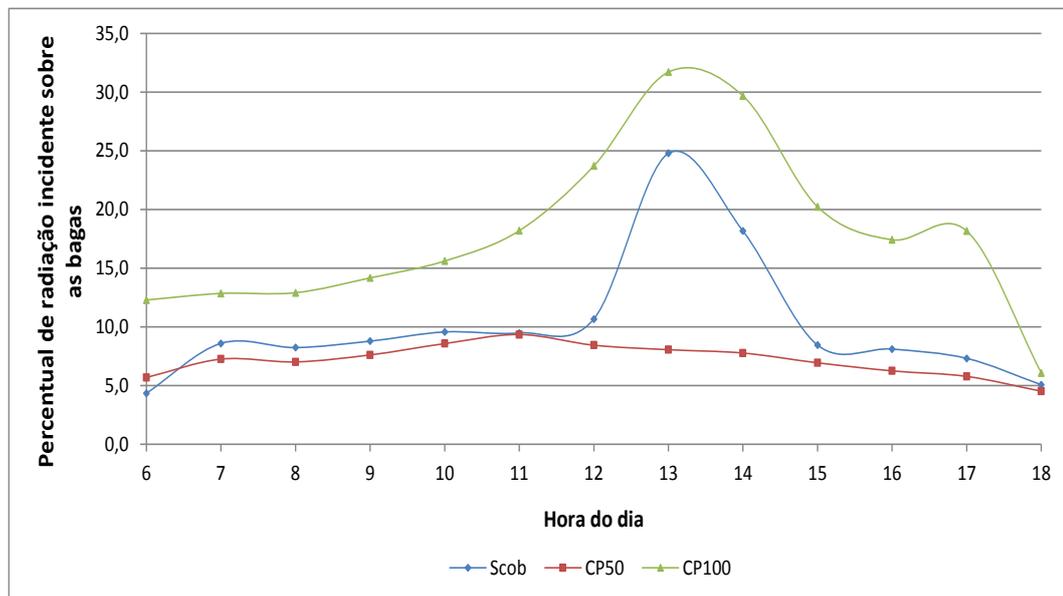


Figura 16. Percentual de radiação incidente sobre as bagas nos tratamentos sem cobertura plástica (SCob), com cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50) e a 100 cm acima do dossel (CP100), Petrolina/PE, 2010.

Analisando-se a Tabela 1 verifica-se que a razão entre a radiação global registrada sob o dossel e o saldo de radiação ondas curtas (SOC) sobre o dossel foi menor no tratamento SCob (13,5%), seguido pelo tratamento CP50 (16,8%), enquanto o maior percentual foi observado no tratamento CP100 (34,4%), ou seja, este percentual de radiação de ondas curtas incidente sobre as bagas neste dossel equivale a cerca de duas vezes aquele observado no tratamento CP50. Este resultado está associado ao menor índice de área foliar (IAF) do tratamento CP100 ($3,81 \text{ m}^2/\text{m}^2$), ou seja, após passar pela cobertura plástica a radiação solar não foi tão interceptada por este dossel como ocorreu nos outros dois dosséis CP50 e SCob, pois quanto maior for o IAF do dossel menor será a quantidade de radiação que atinge efetivamente as bagas, o que foi observado nos dosséis CP50 e SCob que apresentaram IAF de $5,88$ e $6,55 \text{ m}^2/\text{m}^2$, respectivamente. Por outro lado, essa maior quantidade de radiação de ondas curtas sobre o dossel do tratamento CP100 resultou da maior penetração dos raios solares pelas laterais, uma vez que neste tratamento, ao contrário do CP50, havia uma abertura nas laterais entre o dossel e a cobertura. Conseqüentemente, esta maior disponibilidade de radiação no tratamento CP100 proporcionou uma maior produtividade ($30,9 \text{ t ha}^{-1}$), ou seja, foi 1,8 vezes

maior do que a produtividade obtida no tratamento CP50 (17,8 t ha⁻¹) e 1,6 vezes maior do que no tratamento SCob (19,0 t ha⁻¹). Pode-se inferir que no caso do tratamento CP100, a altura da cobertura plástica associada a um menor IAF favoreceu a uma maior disponibilidade de radiação fotossinteticamente ativa às bagas, o que deve ter refletido positivamente sobre a produtividade neste dossel. Também foi observado que a razão entre o saldo de radiação sob e sobre os dosséis, no tratamento CP100 foi 2,7 vezes maior em comparação com o tratamento CP50; e 1,8 vezes maior em relação ao tratamento SCob. Isso indica que quanto maior for a disponibilidade de radiação no dossel, maior será sua produtividade.

Fazendo-se agora uma análise da disponibilidade de radiação térmica nos tratamentos a partir da razão entre a radiação de onda longa emitida pelo dossel em direção à superfície do solo e aquela emitida pela atmosfera, verifica-se que no tratamento descoberto (SCob) isso representou 122,2%, ou seja, além da radiação de ondas longas proveniente da atmosfera que incidiu sobre o dossel, este ainda emitiu em direção às bagas 22,2% a mais de radiação de ondas longas. Portanto, devido a maior densidade de folhas, certamente houve um aquecimento do dossel descoberto (SCob). Por outro lado, nos tratamentos cobertos não houve diferença significativa entre a radiação de onda longa emitida pelo dossel em direção a superfície do solo e a radiação de onda longa emitida pela cobertura plástica, ou seja, tanto no tratamento CP50 quanto no CP100, à emissão de radiação pelo dossel foi praticamente a mesma emitida pela cobertura plástica.

Tabela 1. Radiação incidente sobre as bagas, produtividade e índice de área foliar (IAF) nos tratamentos sem cobertura plástica (SCob), com cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50) e a 100 cm acima do dossel (CP100), Petrolina/PE, 2010.

Tratamento	Rg_{int}/SOC	R_d/R_a-R_{cob}	Rn_{int}/Rn_{ext}	Produtividade	IAF
	%	%	%	t ha ⁻¹	m ² /m ²
SCob	13,5	122,2	13,9	19,0	6,55
CP50	16,8	103,7	9,3	17,8	5,88
CP100	34,4	104,7	25,4	30,9	3,81

*Rg_{int} = radiação global sob o dossel; SOC = saldo de ondas curtas; R_d = radiação emitida pelo dossel; R_a = radiação emitida pela atmosfera; R_{cob} = radiação emitida pela cobertura; Rn_{int} = saldo de radiação sob o dossel; Rn_{ext} = saldo de radiação sobre o dossel.

Fazendo-se uma avaliação da produtividade obtida nos três tratamentos, em relação ao peso médio de cachos (Figura 17), verifica-se que o melhor desempenho ocorreu no tratamento CP100 (509,3 g), enquanto o pior desempenho foi observado no tratamento CP50 (414,1 g). Já no tratamento sem cobertura plástica (SCob) o peso de cachos não diferiu significativamente dos tratamentos cobertos, cujo peso médio foi 463,3 g. O melhor resultado em relação ao peso de cachos registrado no tratamento CP100 foi uma consequência direta da maior incidência de radiação global sobre suas as bagas, uma vez que neste tratamento houve a maior disponibilidade de radiação.

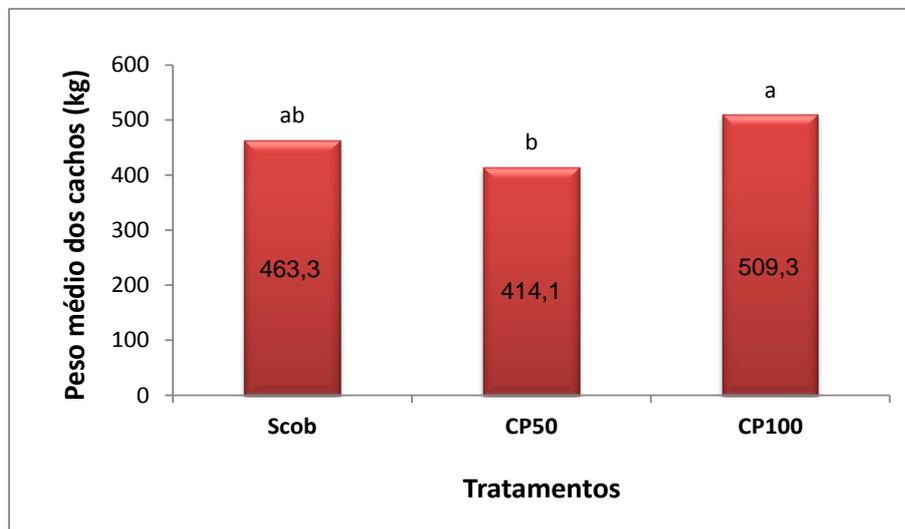


Figura 17. Peso médio dos cachos (g) nos tratamentos sem cobertura plástica (SCob), com cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50) e a 100 cm acima do dossel (CP100), Petrolina/PE, 2010. Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Em termos de produtividade física bruta observa-se na Figura 18, que os tratamentos SCob e CP50, os quais tiveram produtividades de 19,0 e 17,8 t ha⁻¹, respectivamente, não apresentaram diferença significativa entre si. Por outro lado, o tratamento CP100 apresentou a melhor produtividade física bruta (30,9 t ha⁻¹), valor bem superior em 38,5 e 42,4%, respectivamente, em comparação com aquelas apresentadas pelos tratamentos SCob e CP50. Este resultado indica que a altura da cobertura plástica sobre o dossel influenciou a produtividade e possivelmente o desenvolvimento vegetativo dos dosséis nos parreirais cobertos. A cobertura

posicionada mais alta (CP100) possibilitou que uma maior quantidade de radiação chegasse efetivamente ao dossel, proporcionando conseqüentemente uma maior disponibilidade de radiação de ondas curtas para o processo fotossintético. Por outro lado, a cobertura posicionada mais próxima do dossel no tratamento CP50 impediu que houvesse penetração de radiação global pelas laterais, com isso uma menor quantidade de radiação chegou sobre o dossel. É oportuno destacar que as análises sobre a transmitância mostraram que a cobertura plástica utilizada deixou passar 81,4% da radiação solar na faixa verde do espectro solar, a qual é muito importante para a realização da fotossíntese.

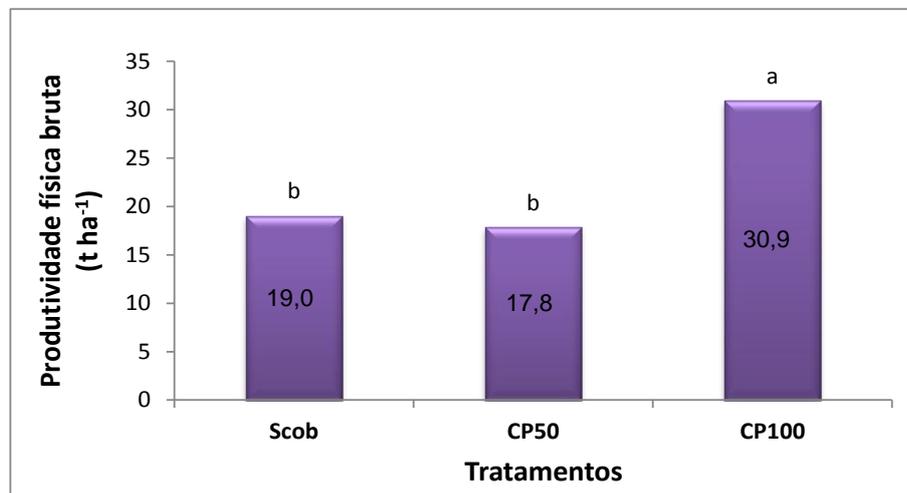


Figura 18. Produtividade física bruta ($t\ ha^{-1}$) nos tratamentos sem cobertura plástica (SCob), com cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel (CP50) e a 100 cm acima do dossel (CP100), Petrolina/PE, 2010. Médias com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos nesta pesquisa mostraram a existência de uma estreita relação entre disponibilidade de radiação de ondas curtas sob o dossel e a produtividade obtida nos três tratamentos estudados, ou seja, onde houve menor incidência de radiação global (tratamento CP50) houve menor produtividade, e onde houve maior incidência de radiação solar (tratamento CP100) ocorreu a maior produtividade. Segundo CHAVARRIA e SANTOS (2009) e TAIZ e ZEIGER, (2004), os efeitos causados pela qualidade da radiação podem contribuir para alterações no crescimento e no desenvolvimento das plantas e conseqüentemente, na produtividade da cultura. Isto foi comprovado por Detoni, Clemente e Fornari (2007)

ao utilizarem a cobertura sobre as plantas e Pedro Júnior et al. (2007) ao fazerem apenas a cobertura individual dos cachos, os quais observaram aumento de produtividade da cultivar Cabernet Sauvignon. Também, Palma, Novello e Tarricone (1999) destacaram, em experimento realizado na Itália, que a cultivar Matilde apresentou maior rendimento quando cultivada sob cobertura. Contrariamente, Ferreira et al. (2004) e Mota et al. (2008) observaram que a cultivar Cabernet Sauvignon não teve sua produtividade afetada pela uso da cobertura plástica. Estes resultados diferentes são explicados por Novello e Palma (2008), os quais afirmam que o desempenho agrônômico sob cobertura depende da cultivar analisada.

5. CONCLUSÕES

- 1) A maior transparência observada na cobertura plástica em relação à radiação fotossinteticamente ativa (PAR), mais especificamente na faixa do verde, teve influência direta no aumento da produtividade.
- 2) O posicionamento da cobertura plástica a 100 cm de altura acima do dossel (tratamento CP100) associado a um menor índice de área foliar (IAF) possibilitou maior incidência de radiação solar sobre e sob este dossel, disponibilizando mais radiação para o processo fotossintético das plantas, contribuindo para o aumento da produtividade. Portanto, o posicionamento da cobertura plástica a 100 cm de altura acima do dossel é o mais adequado para esta região.
- 3) A cobertura plástica posicionada a 50 cm acima do dossel, apesar de ter sido uma prática bastante utilizada na Região do Vale do São Francisco até o ano de realização deste experimento, mostrou-se mais eficiente em bloquear a passagem da radiação solar e, assim, impediu que mais radiação chegasse ao dossel e como teve um grande desenvolvimento foliar menos radiação incidiu sobre as bagas. Portanto, esta altura não é adequada aos parreirais desta região.

REFERÊNCIAS

- ALLEN, M. S. **Effect of fruit exposure on methoxypyrazine concentrations in Cabernet Sauvignon grapes.** In: Australian Wine Industry Technology Conference, 8, Proceedings, Adelaide: Winetitles, p. 195, 1993.
- ARAÚJO, E. P.; ARÚJO, J. L. P. **Análise do custo de produção e rentabilidade do cultivo da uva fina de mesa produzida na região do Submédio São Francisco.** XIII SIMPEP – Bauru, SP, Brasil, 06 a 08 de novembro de 2006.
- BECKMANN, M. Z et al. Radiação solar em ambiente protegido cultivado com tomateiro nas estações verão-outono do Rio Grande do Sul. **Ci. Rural**, v.36, p.86-92, 2006.
- BOUERI, M. A.; LUNARDI, D. M. C. Avaliação de elementos agrometeorológicos no cultivo do cravo de defunto (*tagetes sp.*) em ambiente protegido e a campo. **Energ. Agric.**, Botucatu, v. 21, n. 03, p. 45-54, 2006.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Comércio exterior brasileiro: Brasil – exportações agropecuárias.** Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 13 abr. 2011.
- CAJ – COOPERATIVA AGRÍCOLA DE JUAZEIRO DA BAHIA. **Levantamento sobre o uso da cobertura plástica nos parreirais da região do Submédio do Rio São Francisco.** Petrolina, PE, 2009.
- CAMACHO, M. J. et al. Avaliação de elementos meteorológicos em estufa plástica em Pelotas, RS. **Rev. Bras. Agromet.**, v.3, p.19-24, 1995.
- CAMARGO, U. A., MASHIMA, C. H., CZERMAINSKI, A. B. C. **Avaliação de cultivares de uvas apirênicas no Vale do São Francisco.** Bento Gonçalves,RS: EMBRAPA - CNPUV, 1997. (Circular técnica, 26).
- CARDOSO, L. S. et al. Alterações micrometeorológicas em vinhedos pelo uso de coberturas de plástico. **Pesq. Agropec. Bras.**, v.43, n.4, p.441-447, 2008.
- CERMEÑO, Z. S. **Estufas: Instalação e manejo.** Lisboa: Litexa, 1990. 355p.
- CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. dos. Manejo de videiras sob cultivo protegido. **Ci. Rural**, Santa Maria, v.39, n.6, p.1917-1924, set, 2009.
- CHAVARRIA, G. et al. Caracterização fenológica e requerimento térmico da cultivar Moscato Giallo sob cobertura plástica. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 1, p. 119-126, Março 2009a.
- _____. Microclima de vinhedos sob cultivo protegido. **Ci. Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, p. 2029-2034, 2009b.
- _____. Relações hídricas e trocas gasosas em vinhedo sob cobertura plástica. **Rev. Bras. Frutic.**, v.30, n. 4, p.1022-1029, 2008.

_____. Cultivo protegido: uma alternativa na produção orgânica de videira. **Rev. Bras. Agroecol.**(Online), v. 2, p. 628-632, 2007a.

_____. Incidência de doenças e necessidade de controle em cultivo protegido de videira. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 29, n. 3, p. 477-482, 2007b.

CHEN, M.; BLANKENSHIP, R. E. Expanding the solar spectrum used by photosynthesis. **Trends in plant Science**, 16(8), 427-431, 2011.

COMIRAN, F. et al. Microclima e produção de videiras 'Niágara Rosada' em cultivo orgânico sob cobertura plástica. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 34, n. 1, p. 152-159, Março 2012.

COMIRAN, F. **Microclima, desenvolvimento e produção de videiras 'Niágara Rosada' em cultivo orgânico sob cobertura plástica**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009, 74f.

CUNHA, A. R. **Parâmetros agrometeorológicos de cultura de pimentão (*Capsicum annuum* L.) em ambientes protegido e campo**. Tese (doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2001. 128f.

_____; ESCOBEDO, J. F. Alterações micrometeorológicas causadas pela estufa plástica e seus efeitos no crescimento e produção da cultura de pimentão. **Rev. Bras. Agromet.**, Santa Maria, v.11, n.1, p.15-26, 2003.

CUNHA, T. J. F. et al. Uso Atual e Quantificação de Áreas Degradadas na Margem Direita do Rio São Francisco no Município de Curaçá-BA. **Rev. Bras. Geog. Fís.** 1197-1212, 2011.

_____. **Uso atual e quantificação de áreas com vegetação degradada na margem do Rio São Francisco em municípios do Estado de Pernambuco**. Petrolina, Embrapa Semiárido, 39 p., Embrapa Semiárido Documentos 225. 2009.

DALE, J. E. The control of leaf expansion. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, Palo Alto, v. 39, p. 267-295, 1988.

DETONI, A. M.; CLEMENTE, E.; FORNARI, C. Produtividade e qualidade da uva 'Cabernet Sauvignon' produzida sob cobertura de plástico em cultivo orgânico. **Rev. Bras. Frutic.**, v.29, p.530-534, 2007.

ECKERT, M.; KALDENHOFF, R. Light-induced stomatal movement of selected *Arabidopsis thaliana* mutants. **Journal of Experimental Botany**, Cambridge, v. 51, n. 349, p. 1435-1442, 2001.

ERIG, A. C.; SCHUCH, M. W. TIPO DE LUZ NA MULTIPLICAÇÃO IN VITRO DE FRAMBOESEIRA (*Rubus idaeus* L.) 'BATUM'. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 27, n. 3, p. 488-490, 2005.

- FARIAS, J. R. B. et al. Efeito da cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar. **Rev. Bras. Agromet.**, Santa Maria, v.1, p.31-36, 1993.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR 5.3**. Sistema de Análises Estatísticas. Lavras: UFLA, 2010.
- FERREIRA, M. A. et al. Modificação parcial do ambiente de cultivo da videira 'Cabernet Sauvignon' sobre diferentes porta-enxertos: efeito sobre a produção e o teor de sólidos solúveis. **Bragantia**, v.63, n.3, p.439-445, 2004.
- FRISINA, V. A.; ESCOBEDO, J. F.; GOMES, E. N. Estimativa da radiação fotossinteticamente ativa (PAR) em estufa de polietileno. In: 3º Encontro de Energia no Meio Rural. **Anais...** 2003, Campinas/SP.
- GIOVANNINI, E. **Produção de uvas para vinho, suco e mesa**. Porto Alegre: Ed. Renascença, 1999.
- GONÇALVES, A. L. **Efeito do sombreamento artificial contínuo no microclima, crescimento e produção da videira 'Niagara Rosada'**. 2007. 73f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Agroambientais) – Pós-Graduação – IAC.
- HIDALGO, L. **Caracterización macrofísica del ecosistema medio-planta em los viñedos españoles**. Madrid: Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias, 1980.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Indicadores: produção agrícola**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/mapa_site/mapa_site.php#indicadores>. Acesso em 29 jun. 2013.
- IBRAF – INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. **Estatística: comparativo das exportações brasileiras de frutas frescas 2003-2008**. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exportação/ComparativoExportacoesBrasileiras2008-2007.pdf>>. Acesso em 21 set. 2012.
- JACKSON, R. S. **Wine science – principles, practice, perception**. San Diego: Academic Press, p. 648, 2000.
- KITTAS, C. et al. Influence of covering material and shading on the spectral distribution of light in greenhouse. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 73, p. 341-351, 1999.
- KURATA, K. Role of reflection in light transmissivity of greenhouse. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.52, p.319-31, 1990.
- LABMET – Laboratório de Meteorologia da UNIVASF. **Dados meteorológicos**. Disponível em: <<http://www.univasf.edu.br/labmet/>>. Acesso em: 14 jul. 2014.

LAZZAROTTO, J. J.; FIORAVANÇO, J. C. Tendências e sazonalidades nas exportações e importações brasileiras de uva de mesa. **Informações Econômicas**, SP, v. 43, n. 1, jan./fev. 2013.

LEÃO, P. C. de S.; SOARES, J. M.; RODRIGUES, B. L. Principais cultivares. In: SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. de S. (Ed.). **A vitivinicultura no Semiárido brasileiro**. Brasília: Embrapa Informação tecnológica, Petrolina: Embrapa Semiárido, 2009. 756p.

_____.; SILVA, E. E. G. da. Brotação e fertilidade de gemas em uvas sem sementes no Vale do São Francisco. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 3, p. 375-378, 2003.

_____. **Avaliação do comportamento fenológico e produtivo de seis variedades de uva sem sementes no Vale do Rio São Francisco**. 1999. 124f. Dissertação (Mestrado em genética e melhoramento de plantas), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1999.

LEITÃO, M. de M. V. R. et al. Coberturas plásticas usadas em parreirais, tempo de uso e sua transparência a radiação solar. In: Congresso Brasileiro de Meteorologia, 14, 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBMET, 2006.

_____. Balanço de radiação sobre um solo descoberto para quatro períodos do ano. **Rev. Ci. Tecnologia**, n. 15, pp. 59-66, Jun/2000.

LEITÃO, M. de M. V. R. **Balanço de radiação em três ecossistemas da Floresta Amazônica: campina, campinarana e mata densa**. 1994. 135p. Tese. Micrometeorologia. Instituto de Pesquisas Espaciais – INPE. São José dos Campos, SP.

LEIVAS, J.; GUSSO, A.; FONTANA, D. C. Estimativa do balanço de radiação na superfície a partir de imagens ASTER. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis, Abr. 2007, p. 255-262.

LIMA, P. C. da S. **Influência do uso da cobertura plástica no microclima de parreirais na Região do Submédio São Francisco; efeitos na produtividade e rentabilidade econômica**. 2011, 142 p. Tese (Doutorado em Recursos Naturais). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2011.

LULU, J.; CASTRO, J. V.; PEDRO JÚNIOR, M. J. Efeito do microclima na qualidade da uva de mesa 'Romana' (A1105) cultivada sob cobertura plástica. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal, v. 27, n. 3, p. 422-425, 2005.

MANDELLI, F. **Relações entre variáveis meteorológicas, fenologia e qualidade da uva na "Serra Gaúcha"** 2002. 196 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 2002.

MARINHO, L. B. et al. P.Potencial de água no solo e na folha da videira "Sugraone" sob déficit hídrico. **Rev. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, Campina Grande, v. 15, n. 11, p. 1115-1122, 2011.

MDIC/SECEX - MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO EXTERIOR. Secretaria de Comércio Exterior. **Sistema de análise das informações de comércio exterior (ALICE)**. Brasília: MDIC/SECEX, 2012.
Disponível em: <<http://aliceweb2.mdic.gov.br>>. Acesso em: 27 nov. 2012.

MELLO, L. M. R. **Vitivinicultura brasileira**: panorama 2011. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2012. 4 p. (Comunicado Técnico, 115).

MONTEITH, J. L. Solar radiation and productivity in tropical ecosystems. **Journal of Applied Ecology**, 9, 1972, 747-766.

MORAES, E. R. C. de. **Influência das condições climáticas e da cobertura plástica do solo no crescimento e produtividade do meloeiro**. 2006. 143 f. Tese (Doutorado em Recursos Naturais), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2006.

MOTA, C. S. et al. Comportamento vegetativo e produtivo de videiras 'Cabernet Sauvignon' cultivadas sob cobertura plástica. **Rev. Bras. Frutic.**, p. 148-153, 2008.

NOVELLO, V.; PALMA, L. Growing grapes under cover. **Acta Horticulturae**, v.785, p.353-362, 2008.

OLIVEIRA FILHO, F. A. de. Produção, área colhida e efetivo de uva no Nordeste. **Informe Rural ETENE – Banco do Nordeste**. Ano V, n. 05. Abr/2011.

OLIVEIRA FILHO, S. F. S.; XAVIER, L. F.; COSTA, E. F. A fruticultura irrigada do polo Petrolina-Juazeiro e a possibilidade de acesso a novos mercados. In: IV Encontro de Economia Baiana. 2008, Salvador. **Anais...** Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA. set. 2008.

PALMA, L.; NOVELLO, V.; TARRICONE, L. Changes of solar radiation and air CO₂ concentration: effects on ecophysiological activity, vine growth and production in table grape grown under protected conditions. In: MEETING STUDY GROUP FOR VINE TRAINING SYSTEMS, 11., 1999, Marsala. **Proceedings**. Marsala: Università degli Studi di Palermo, 1999. v.2. p.711-717.

PAPADAKIS, G. Radiometric and thermal properties of, and testing methods for, greenhouse covering materials. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v. 77, n. 1, p. 7-38, 2000.

PEDRO JÚNIOR, M. J. et al. Avaliações microclimáticas e das características de qualidade da uva de mesa 'Romana' com proteção individual dos cachos. **Bragantia**, v.66, p.165-171, 2007.

_____; SENTELHAS, P. C. **Clima e produção**. In: POMMER, C. V. P. (Ed.). Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, p. 63-107. 2003.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. **Meteorologia Agrícola**. Piracicaba, SP. USP/ESALQ. 191 p. 2007.

PEREIRA, G. E.; GUERRA, C. C.; MANFROI, L. Vitivinicultura e Enologia. In: SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. S. **A Vitivinicultura no Semiárido brasileiro**. Petrolina: EMBRAPA Semi-Árido, 2009. 756 p.

PEZZOPANE, J. E. M. et al. Alterações microclimáticas causadas pelo uso de tela plástica. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 7-15, 2004.

_____. Radiação líquida e temperatura de folha no interior de estufa com cobertura plástica durante o período noturno. **Rev. Bras. Agromet.**, Santa Maria, v. 3, p. 1-4, 1995.

PIRES, E. J. P.; MARTINS, F. P. **Técnicas de cultivo**. In: Uva: tecnologia de produção, pós-colheita, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, p.315-403, 2003.

PRADOS, N. C. **Contribución al estudio de los cultivos enarenados en Almeria: necesidades hídricas y extracción del nutrientes del cultivo de tomate de crecimiento indeterminado em abrigo de polietileno**. Almeria, Espanha, 1986. 195p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Caja Rural Provincial.

QUERINO, C. A. S. et al. Avaliação e comparação da radiação solar global e albedo com ângulo zenital na região amazônica. **Rev. Bras. Met.**, v.21, n.3a, 42-49, 2006.

REISSER JÚNIOR, C. **Alterações físicas em ambientes de estufa plástica e seus efeitos sobre as condições hídricas e o crescimento do tomateiro**. 2002. 160p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ROBERTO, S. R.; COLOMBO, L. A.; ASSIS, A. M. Revisão: Cultivo Protegido Em Viticultura. **Ciência Téc. Vitiv.** vol. 26, n.1, p. 11-16. ISSN 0254-0223. 2011.
SANTOS, H. P.; SOUZA, R. T. Cultivo protegido de videira. In: XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura. 2012, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves/RS, out. 2012.

ROSEMBERG, N. J. **Microclimate: The Biological Environment**. John Wiley & Sons-New York, 1974.

SILVA, M. H.; DEBERGH, P. C. The effect of light quality on the morphogenesis of *in vitro* cultures of *Azorina vidalii* (Wats.) Feer. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, Amsterdam, v. 51, n. 3, p. 187-193, 1997.

SMART, R. E.; SMITH, S. M.; WINCHESTER, R. V. Light quality and quantity effects on fruit ripening for Cabernet Sauvignon. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v. 39, p. 250 – 258, 1988.

SMITH, S. et al. Viticultural and enological implications of leaf removal for New Zealand vineyards. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON COOL CLIMATE VITICULTURE AND ENOLOGY, 2, **Proceedings**. Auckland, New Zealand Society for Viticulture – Enology, p. 127 – 133, 1988.

SONEGO, O. R.; GARRIDO, L. R. **Uvas americanas e híbridas para processamento em clima temperado: Doenças fúngicas e medidas de controle**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho. Sistemas de Produção, 2003.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 820 p.

_____. **Fisiologia vegetal**. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.

TEIXEIRA, A. H. C.; MOURA, M. S. B.; ANGELOTTI, F. **Aspectos agrometeorológicos da cultura da videira**. Sistemas de Produção, 1 – 2ª edição , ISSN 1807-0027 Versão Eletrônica, Agosto/2010. Disponível em: <>. Acesso em: 02 set. 2013.

_____. **Informações Agrometeorológicas do Polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA - 1963 a 2009**. Série Documentos - Embrapa Semiárido, 2010, 21p.

_____. 2004. **Cultivo da videira – clima**. Disponível em:

<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Uva/CultivodaVideira/clima.htm#topo>>. Acesso em: 02 set. 2013.

VALEXPOR – ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES E EXPORTADORES DE HORTIFRUTIGRANJEIROS E DERIVADOS DA REGIÃO DO SUBMÉDIO DO RIO SÃO FRANCISCO. **Informações Regionais**. Petrolina, PE, 2009. 18 p.

VENTURIN, M.; SANTOS, H. P. Caracterização microclimática e respostas fisiológicas de uvas de mesa (*Vitis labrusca* e *Vitis vinifera*) cultivadas em ambiente protegido. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 18., 2004. Florianópolis. **Anais...** 2004, v.1, p.T0723. CD-ROM

VITTI, A. **Análise da competitividade das exportações brasileiras de frutas selecionadas no mercado internacional**. 2009. 106f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”: Piracicaba, SP, 2009.