

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Programa de Pós-Graduação em Sistemas de
Produção Agrícola Familiar

Dissertação



Eficiência do uso de radiação solar incidente por plantas de
amora-preta submetidas a diferentes manejos de poda

LEANDRO DA ROSA MACIEL

PELOTAS, 2018.

LEANDRO DA ROSA MACIEL

Engenheiro agrônomo

Eficiência do uso de radiação solar incidente por plantas de amora-preta submetidas a diferentes manejos de poda

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Edgar Ricardo Schöffel

Co-orientador: Prof. Dr. Flávio Gilberto Herter

PELOTAS, 2018.

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

M152e Maciel, Leandro da Rosa

Eficiência do uso de radiação solar incidente por plantas de amora-preta submetidas a diferentes manejos de poda / Leandro da Rosa Maciel ; Edgar Ricardo Schöffel, orientador ; Flávio Gilberto Herter, coorientador. — Pelotas, 2018.

56 f. : il.

Dissertação (Mestrado) — Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2018.

1. Rubus spp.. 2. Produção de fitomassa. 3. Poda invernal. I. Schöffel, Edgar Ricardo, orient. II. Herter, Flávio Gilberto, coorient. III. Título.

CDD : 634.38

Elaborada por Gabriela Machado Lopes CRB: 10/1842

Leandro da Rosa Maciel

Eficiência do uso da radiação solar incidente por plantas de amora-preta submetidas a diferentes manejos de poda

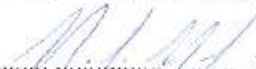
Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 27 de fevereiro de 2018

Banca examinadora:


Prof. Dr. Edgar Ricardo Schöffel (Orientador)
Doutor em Agronomia pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho


Prof. Dr. Roberto Trentin
Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Santa Maria


Prof. Dr. Marcelo Barbosa Malgarim
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

Dedico o presente trabalho a meus pais Marlene da Rosa Maciel e Francisco Teixeira Maciel (In memoriam)

Agradecimentos

A Deus por me guiar pelos caminhos da vida, orientando nas escolhas difíceis e abrindo oportunidades novas a cada momento de dificuldade, e provendo momentos de alegria vindos após as tempestades.

A meus pais por todo o carinho e dedicação com que me conduziram, em especial a minha mãe, por enfrentar grandes dificuldades para garantir que momentos como este aconteçam, e por sempre me apoiar inteiramente em minhas escolhas.

Ao meu orientador Prof. Edgar Ricardo Schöffel pela atenção, compreensão, empenho e amizade, dedicados.

Ao meu co-orientador Prof. Flavio Gilberto Herter, por seu engajamento nesta jornada, atenção e dedicação.

A minha colega e amiga Patrícia Marques dos Santos pela amizade, parceria e dedicação demonstrados ao longo deste percurso em todos os momentos.

A todos os meus amigos e colegas que de alguma forma e cada qual a sua maneira contribuíram em minha caminhada para que pudesse alcançar este objetivo.

Aos professores do programa de pós-graduação por sua dedicação em ensinar, compartilhando conhecimentos de grande importância em minha formação.

Resumo

MACIEL, Leandro da Rosa. **Eficiência do uso de radiação solar incidente por plantas de amora-preta submetidas a diferentes manejos de poda.** 2018. 56f. Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

A cultura da amora-preta (*Rubus* spp.) vem nos últimos anos se consolidando e ganhando mercado devido suas características atrativas, principalmente para a agricultura familiar e pequenas propriedades, apresentando como principal entrave a sazonalidade na colheita, o que diminui os preços pagos no período de colheita. A radiação solar é a principal fonte de energia para os processos terrestres, sendo o balanço de radiação corresponde a energia disponível para os processos de crescimento, desenvolvimento, fotossíntese entre outros, sendo influenciado pelo albedo o qual apresenta grande impacto sobre a disponibilidade energia no ambiente, visto que ele representa a capacidade de uma superfície em refletir a radiação solar, afetando também a eficiência de conversão da radiação solar em massa seca, uma vez que está é dependente da radiação fotossinteticamente ativa absorvida por uma cultura. O presente trabalho tem por objetivo avaliar a influência das épocas de poda sobre o albedo, e determinar a eficiência de conversão da radiação solar e produtividade na cultura da amora-preta quando submetida a diferentes intensidades e épocas de poda. O experimento foi realizado em um pomar comercial no município de Morro Redondo, RS, sendo o delineamento de blocos casualizados com cinco repetições, sendo cada parcela composta por seis plantas, em esquema fatorial 3X2, três épocas e duas intensidades de poda. As podas foram realizadas em 18/07; 10/08 e 01/09 de 2016, sendo cada época submetida a duas intensidades de poda, curta (ramos secundários com 15cm de comprimento) e longa (ramos secundários com 30cm de comprimento). A variação diária do albedo mostra-se mais estável em dia ensolarado em comparação com o dia nublado. O albedo apresenta comportamento inverso em relação ao índice de área foliar da amora-preta cultivada em superfície vegetada nas entrelinhas. O albedo médio para o ciclo da cultura foi de 0,24 para poda em julho, 0,23 para poda em agosto e 0,21 para poda em setembro. As fases de baga verde e baga madura são as fases do ciclo da amora preta em que são acumuladas as maiores quantidades de radiação solar. Plantas podadas em julho apresentam mais tempo para acumular radiação solar durante seu ciclo, enquanto que plantas que receberam poda em setembro acumulam maior saldo de radiação. A época de poda afetou a eficiência de conversão da radiação solar em massa seca e produção de massa seca dos frutos, de modo que a poda realizada em 18 de julho proporciona maior eficiência do que a poda realizada em 1 de setembro. Plantas de amora-preta podadas em 1 de setembro apresentam a mesma eficiência de conversão da radiação solar em massa seca e produção de massa seca dos frutos, que plantas podadas no período normal (10 de agosto). A intensidade de poda não afetou a eficiência de conversão da radiação solar em massa seca e a produção de massa seca dos frutos. A produção por planta e a produtividade estimada não são afetadas pela intensidade e pela

época de poda. O peso médio dos frutos foi maior nas plantas que receberam poda curta.

Palavras-chaves: *Rubus* spp.; produção de fitomassa; poda invernal

Abstract

MACIEL, Leandro da Rosa. **Efficiency of the use of incident solar radiation by blackberry plants submitted to different pruning maneuvers.** 2018. 56f.

Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

The blackberry (*Rubus* spp.) Crop has been consolidating and gaining market share in recent years due to its attractive characteristics, mainly for family agriculture and small farms, presenting as main obstacle the seasonality in the harvest, which reduces the prices paid in the period of harvest. Solar radiation is the main source of energy for terrestrial processes, and the radiation balance corresponds to the available energy for the processes of growth, development, photosynthesis among others, being influenced by the albedo which has great impact on the availability of energy in the environment, since it represents the ability of a surface to reflect solar radiation, also affecting the conversion efficiency of solar radiation in dry mass, since it is dependent on the photosynthetically active radiation absorbed by a crop. The present work aims to evaluate the influence of pruning times on the albedo, and to determine the solar radiation conversion efficiency and productivity in the blackberry crop when submitted to different intensities and pruning seasons. The experiment was carried out in a commercial orchard in the municipality of Morro Redondo, Rio Grande, State of Rio Grande do Sul, Brazil, with a randomized block design with five replications, each plot consisting of six plants, in a 3X2 factorial scheme, three seasons and two pruning intensities. Pruning was carried out on 07/18; 10/08 and 01/09 of 2016, each season being submitted to two pruning intensities, short (secondary branches with 15cm in length) and long (secondary branches with 30cm in length). The daily variation of the albedo shows to be more stable in sunny day in comparison with the cloudy day. The albedo presents an inverse behavior in relation to the leaf area index of the blackberry cultivated on vegetated surface between the lines. The average albedo for the crop cycle was 0.24 for pruning in July, 0.23 for pruning in August and 0.21 for pruning in September. The phases of green berry and ripe berry are the phases of the blackberry cycle in which the highest amounts of solar radiation are accumulated. Plants pruned in July have more time to accumulate solar radiation during their cycle, while plants that received pruning in September accumulate greater radiation balance. The pruning season affected the conversion efficiency of solar radiation in dry mass and the production of dry mass of the fruits, so that the pruning performed on July 18 provides greater efficiency than the pruning performed on September 1st. Blackberry plants pruned on September 1 show the same conversion efficiency of solar radiation in dry mass and dry mass production of fruits than plants pruned in the normal period (August 10). The pruning intensity did not affect the conversion efficiency of the solar radiation in dry mass and the dry mass production of the fruits. The yield per plant and the estimated productivity are not affected by the intensity and the season of pruning. The average weight of the fruits was higher in the plants that received short pruning.

Keywords: *Rubus* spp.; phytomass production; winter pruning

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Componentes do balanço de radiação sobre cultivo de amora-preta para um dia ensolarado (09/12/16), para as épocas de poda 18/Jul (a), 10/Ago (b), 01/Set (c).....	33
Figura 2	Componentes do balanço de radiação sobre cultivo de amora-preta para um dia nublado (25/12/16), para as épocas de poda 18/Jul (a), 10/Ago (b), 01/Set (c).....	35
Figura 3	Acumulado de radiação fotossinteticamente ativa incidente acumulada (RFA) e produção de massa seca de frutos (PMS) para amora-preta Tupy submetida a diferentes épocas de poda: 18/jul (primeira época), 10/ago (segunda época) e 01/set (terceira época) de 2016.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Radiação solar (R_s) e saldo de radiação (R_n) acumulados para cada fase fenológica de plantas de amora-preta submetidas a três épocas de poda: 18 de julho (1º), 10 agosto (2º) e 1 de setembro (3º).....	31
Tabela 2	Radiação solar incidente (R_s), radiação refletida (R_r), albedo (α) e IAF médio ao longo do ciclo de produção da amora-preta.....	39
Tabela 3	Eficiência de conversão de radiação solar em massa seca (ϵ_b) e produção de massa seca de frutos (PMS) para amora-preta Tupy submetida a diferentes épocas de poda: 18/jul (primeira época), 10/ago (segunda época) e 01/set (terceira época) de 2016.....	46
Tabela 4	Acumulado de radiação fotossinteticamente ativa incidente acumulada (RFA) e produção de massa seca de frutos (PMS) para amora-preta Tupy submetida a diferentes épocas de poda: 18/jul (primeira época), 10/ago (segunda época) e 01/set (terceira época) de 2016.....	47
Tabela 5	Peso médio dos frutos, produção por planta e produtividade estimada para amora-preta cv. Tupy em função da época de poda: um (18/07), dois (08/08) e três (01/09) e intensidade de poda curta e longa para safra 2016/17.....	48

Sumário

1. INTRODUÇÃO GERAL	13
2. REVISÃO DA LITERATURA	15
2.1 A CULTURA DA AMORA-PRETA	15
2.2 RADIAÇÃO SOLAR	18
2.3 BALANÇO DE RADIAÇÃO	19
2.4 CONVERSÃO DE RADIAÇÃO SOLAR EM FITOMASSA.....	20
3. METODOLOGIA	22
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO	22
3.2 EQUIPAMENTOS INSTALADOS	22
3.3 MÉTODOS UTILIZADOS	23
4. CAPÍTULO 1- BALANÇO DE RADIAÇÃO SOBRE AMORA-PRETA CV. TUPY SUBMETIDA A TRÊS ÉPOCAS DE PODA	25
4.1 INTRODUÇÃO	25
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	27
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.4 CONCLUSÕES.....	39
5. CAPÍTULO 2 –EFICIÊNCIA DE CONVERSÃO DA RADIAÇÃO SOLAR EM CULTIVO DE AMORA-PRETA CV. TUPY SUBMETIDA A DIFERENTES ÉPOCAS E INTENSIDADES DE PODA.....	40
5.1 INTRODUÇÃO	40
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	42
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
5.4 CONCLUSÕES.....	48
6. CONCLUSÕES GERAIS.....	50
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1. INTRODUÇÃO GERAL

A amora-preta (*Rubus* spp.) é pertencente à família das Rosaceae trata-se de uma frutífera de clima temperado que integra um grupo de frutas denominado de pequenas frutas (ANTUNES et al., 2002). Como consequência da busca dos consumidores por alimentos mais saudáveis, ocorreu um crescimento significativo no consumo deste fruto, devido à presença expressiva de compostos com ação antioxidante, que auxiliam no combate de doenças degenerativas (FERREIRA et al., 2010; JACQUES et al., 2010).

O cultivo da amora-preta apresenta outras características interessantes, como o baixo custo de implantação e manutenção do pomar, alta rusticidade, que reflete na baixa utilização de agrotóxicos, o que torna a cultura uma alternativa promissora para agricultura familiar (ANTUNES et al., 2002) e para pequenas propriedades que buscam a diversificação (RASEIRA; FRANZON 2012).

Os principais estados produtores se encontram nas regiões sul e sudeste do país, com destaque para o Rio Grande do Sul, responsável por 239,2ha⁻¹ cultivadas de um total de 527,8ha⁻¹ (ANTUNES et al., 2014).

No cenário nacional dentre as diversas cultivares existentes, a amora-preta “Tupy” é considerada a mais importante (VOLK et al., 2013), isso se deve a suas características como a produtividade, que varia de 10 a 16tha⁻¹, qualidade dos frutos, com boa aceitação para o consumo in natura, e sua adaptabilidade a distintas condições edafoclimáticas e de manejo (ANTUNES et al., 2014).

Um dos grandes problemas encontrado pelos produtores desta frutífera está na sazonalidade da colheita (ANTUNES; RASSEIRA, 2004), o que acarreta em preços mais baixos pagos ao fruticultor durante o período colheita. Desse modo a antecipação da colheita, por meio do manejo da cultura ou em decorrência das condições climáticas da região, é capaz de gerar uma oportunidade promissora de mercado para o fruticultor (ANTUNES et al., 2002). Portanto, vem se buscando alternativas para contornar este problema, onde diversos autores vêm estudando a influência do manejo de diferentes épocas de poda sobre a cultura da amora-preta, entre eles Campagnolo e Pio 2012; Leonel e Segantini 2015; Segantini et al. 2014.

A radiação solar representa a principal fonte de energia para processos físicos-químicos e biológicos que ocorrem no planeta, portanto se trata de uma variável meteorológica de grande relevância para estudos voltados as necessidades hídricas de culturas irrigadas, modelagens de crescimento e produção vegetal, mudanças climáticas, dentre outros (BORGES et al. 2010).

O balanço de radiação também denominado de saldo de radiação (R_n), equivale a contabilidade de toda a energia dos fluxos radiativos descendentes e ascendentes, de onda curta e onda longa, que interagem com a superfície terrestre (SILVA; BRAGA, 2011). Uma vez que representa a energia disponível para diversos processos, como evapotranspiração, fotossíntese, aquecimento do ar e do solo, o balanço de radiação apresenta grande influência sobre estes processos (FIETZ; FISCH, 2009).

A radiação solar refletida é um dos principais componentes do balanço de radiação, a qual varia de acordo com a superfície, de modo que está pode alterar a disponibilidade de energia para o sistema solo-planta-atmosfera. O albedo é definido como sendo a razão entre a radiação solar refletida e a radiação solar global incidente sobre uma cultura (BERGAMASCHI; BERGONCI, 2017). Trata-se de uma variável de grande importância, uma vez que controla a partição de energia que chega em uma superfície, visto que representa a capacidade desta superfície em refletir energia solar (KUSHARI; KONITPONG, 2011).

Além disso, a energia solar apresenta grande importância nos estudos ecológicos e de disponibilidade de energia, sendo capaz de influenciar os processos de desenvolvimento e crescimento vegetal (PEREIRA et al, 2002). Em plantas saudáveis cujas demandas de água e nutrientes estejam supridas, a produção de fitomassa bem como a fotossíntese líquida são proporcionais à quantidade de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) absorvida pela cultura (MONTEITH, 1977).

Visto a importância da radiação solar, tem se buscado a partir da quantificação da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), absorvida ou interceptada por uma cultura, definir o uso desta na produção de massa seca, ou seja, estabelecendo assim a eficiência do uso da radiação solar na produção de fitomassa (SIVAKUMAR; VIRMANI, 1984; COSTA et al., 1996).

O manejo na época de poda apresenta capacidade para alterar a exposição e disponibilidade de radiação solar sobre a cultura, uma vez que pode alterar a duração do ciclo e estrutura de dossel entre as épocas e intensidade, e isto pode

acarretar em alterações no albedo e por consequência na disponibilidade de energia no microclima, alterando a eficiência de conversão da radiação solar e produtividade entre as épocas em decorrência da alteração na disponibilidade energética.

O presente trabalho tem por objetivo avaliar a influência do manejo das épocas de poda sobre o albedo, e determinar a eficiência de conversão da radiação solar e produtividade na cultura da amora-preta quando submetida a diferentes intensidades e épocas de poda.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A CULTURA DA AMORA-PRETA

A amora-preta faz parte do gênero *Rubus*, que integra a família Rosaceae, da qual fazem parte outros gêneros de grande importância para a fruticultura nacional entre eles *Malus*, *Prunus*, *Pyrus* dentre outros (ANTUNES, 2002). O gênero *Rubus* apresenta uma ampla distribuição geográfica, estando presente na América, Europa, África e Ásia, além disso, demonstra ser um grupo diversificado, dado as estimativas que indicam existir entre 400 a 500 espécies de framboesa e amora-preta (BASSOLS, 1980; POLING, 1996)

Trata-se de uma espécie arbustiva de porte ereto ou rasteiro que apresenta sua produção em ramos de ano, sendo seus frutos agregados e de coloração preta, com um sabor que pode ir do doce-ácido ao ácido, com presença de espinhos nas principais cultivares, o que requer cuidados no momento da colheita (ANTUNES et al., 2002). Seu fruto verdadeiro é chamado de mini drupa ou drupete, e possui em seu interior uma pequena semente, é a união de drupetes que forma o chamado fruto agregado (POLING, 1996).

Por ser uma frutífera de clima temperado, requer acumular um determinado número de horas de frio, abaixo de 7,2°C, para que transcorrido um período de repouso, possa reiniciar o crescimento sem apresentar anomalias capazes de prejudicar a produtividade da cultura (LEONEL; SEGANTINI, 2015).

A amora-preta apresenta ampla variação quanto à necessidade de horas de frio, sendo cultivada desde regiões com ocorrência de invernos extremos onde a mais de 1000 horas de frio, até invernos amenos, com a partir de 200 horas de frio (PAGOT et al., 2007). De modo geral, a necessidade de horas de frio das principais cultivares de amora-preta presentes no cenário nacional está situada entre 200 a 800 horas de frio (RASEIRA et al., 2008).

Em decorrência do hábito de crescimento semiereto ou prostrado apresentado pelas plantas da amoreira-preta, é recomendado a utilização de tutoramento, que sirva de suporte para o desenvolvimento e a colheita das frutas, bem como na condução do crescimento das plantas, poda, dentre outras atividades (PIO et al., 2012). De acordo com Pagot et al. (2007) o sistema de tutoramento mais utilizado é o de espaldeira em “T”, que consiste na utilização de palanques de madeira junto as linhas de cultivo, onde são colocados na horizontal a uma altura que varia de 1 a 1,2m travessas de madeira que formaram o “T”, cada lado da travessa conta com a presença de um fio de arame de modo a se encontrarem paralelos e distantes entre si de 40 a 50cm. Segundo Ferreira et al. (2016) o sistema de condução em espaldeira em “T” é o que proporciona maior produção e número médio de frutos.

O manejo da poda nesta cultura ocorre em dois momentos, inicialmente no inverno, com encurtamento das hastes laterais, e posteriormente no final da colheita no verão, com a remoção dos ramos que produziram e das hastes emergiram do solo (GONÇALVES et al., 2011).

Um fator importante na realização do manejo da poda de inverno, se refere a época em que esta é realizada, pois dependendo das condições climáticas da região, corre-se o risco de expor a cultura a condições adversas, acarretando em perdas na produtividade. De acordo com Campagnolo e Pio (2012), na região oeste do Paraná para a cv. Tupy, podas realizadas no início de julho são mais indicadas, uma vez que podas tardias podem prejudicar o desempenho produtivo da cultura.

Um dos problemas apresentados pela cultura é a sazonalidade na produção de frutos, concentrando a época de colheita nos períodos de início e fim de ano (ANTUNES; RASSEIRA, 2004), o que acarreta em preços mais baixos no mercado durante este período. Uma resolução para este problema está no manejo da época de poda invernal, utilizando diferentes épocas de poda a fim de antecipar ou escalonar o período de colheita. De acordo com Leonel e Segantini (2015), para a

região subtropical de São Paulo, podas realizadas no mês de maio permitem antecipar a colheita para mês de setembro, entretanto, podas realizadas muito precocemente diminuem a produtividade da cultura, sendo o período mais favorável para realização das mesmas entre agosto e setembro.

O melhoramento genético de amora-preta teve início no Brasil em meados da década de 70, graças ao programa de melhoramento genético da Embrapa Clima Temperado, inicialmente foram introduzidos três cultivares, Brazos, Comanche e Cherokee oriundas dos EUA, juntamente com um material de origem Uruguaia de identidade desconhecida, como resultado deste programa foram lançadas as cultivares 'Ébano' em 1981, 'Negrita' em 1983, 'Tupy' e 'Guarani' em 1988 e Caingangue em 1993 (RASEIRA; FRANZON, 2012).

Apesar de existirem diversas cultivares no mercado nacional e mundial, a que mais se destaca é a 'Tupy' (VOLK et al., 2013), isto é decorrente de suas características como frutos com teor de açúcar e acidez equilibrados, hábito de crescimento ereto, rusticidade, alto vigor e desempenho produtivo (GONÇALVEZ et al., 2011)

Foi obtida pela Embrapa Clima Temperado no ano 1988, a partir do cruzamento das cultivares Uruguai x Comanche (ANTUNES; RASSEIRA, 2004). Segundo Gonçalves et al (2011) no primeiro ano após o plantio já é capaz de atingir uma produtividade de até 8 t ha, sendo capaz de alcançar até 17t ha⁻¹ no segundo ano.

Para a região de Pelotas, RS, está cultivar apresenta floração em meados de setembro a outubro, e a colheita ocorre entre os meses de novembro a janeiro (ANTUNES; RASSEIRA, 2004). De acordo com Antunes et al. (2014) a cv. 'Tupy' demanda uma necessidade em horas de frio varia de 200 a 300 horas, e seus frutos apresentam peso médio de 8 a 10g, com um teor de sólidos solúveis entre 8 a 9º Brix.

O ponto de colheita é determinado de forma visual, estando apto para colheita os frutos apresentarem uma coloração preta brilhante, sem a presença de nenhuma drupete de coloração vermelha (GONÇALVEZ et al., 2011).

Por apresentar frutos extremamente frágeis esta cultura demanda bastante cuidado no momento da colheita, manuseio e transporte. É recomendado que a colheita ocorra nas primeiras horas da manhã, em decorrência das temperaturas mais amenas, pois a exposição dos frutos ao sol e temperaturas relativamente

elevadas podem levar a perda na coloração característica e desidratação dos frutos (SCHAKER; ANTONIOLLI, 2009).

2.2 RADIAÇÃO SOLAR

A radiação solar se constitui como a fonte de energia motriz para os processos físicos-químicos e biológicos que ocorrem na superfície terrestre e atmosfera, portanto se trata de uma variável meteorológica de grande relevância para estudos voltados as necessidades hídricas de culturas irrigadas, modelagens de crescimento e produção vegetal, mudanças climáticas, dentre outros (BORGES et al., 2010). Dentre todos os processos dependentes da radiação solar, a fotossíntese é um dos principais, visto que toda a energia utilizada para a transformação do CO₂ atmosférico em energia metabólica, tem sua origem na radiação solar (TAIZ; ZIEGER, 2004).

Do total de radiação que chega no topo da atmosfera, apenas 51% consegue atingir a superfície terrestre, isso se deve aos processos de espalhamento e absorção que ocorrem na atmosfera (CASAROLI et al., 2007).

As ondas eletromagnéticas se caracterizam pelo comprimento de onda (λ), que é a distância entre dois picos consecutivos de uma mesma onda, e pela frequência (ν), que equivale ao número de ondas que passam um ponto em determinado tempo (BERGAMASCHI; BERGONCI, 2017). Desta forma é possível agrupar a radiação solar em dois tipos, de acordo com o comprimento da onda emitida, sendo então de onda curta (OC) aquela emitida pelo sol, cujo o comprimento de onda está abaixo dos 3000nm, enquanto que a radiação de onda longa (OL) é emitida por corpos terrestres (PEREIRA et al., 2002).

Estima-se que apenas 5% da energia total que incide sobre a superfície do planeta, de fato seja utilizada na formação de carboidratos, sendo o remanescente desta energia emitida em comprimentos de onda maiores, transformada em calor ou refletida (TAIZ; ZIEGER, 2004).

Ao se considerar a radiação solar interceptada por uma população de plantas, deve-se observar que apenas uma parcela desta é de fato utilizada, de modo que a radiação utilizada pelas plantas é denominada como radiação fotossinteticamente

ativa (RFA), a qual está compreendida na faixa dos 400 a 700nm do espectro solar, também denominada como a luz visível (BERGAMASCHI; BERGONCI, 2017). São utilizados para medir RFA, piranômetros providos de um filtro capaz de separa as demais bandas da radiação, ou então um sensor específico denominado de *quântico*, devido a unidade que o mesmo expressa (PEREIRA et al., 2002).

Na ausência de instrumentos capazes de medir a RFA, esta pode ser estimada a partir da radiação solar (R_s), uma vez que representa uma parcela da mesma. Para a região da depressão central, no município de Eldorado, RS, França et al. (1997) verificaram que a RFA representa 42% da R_s , enquanto que Cardoso et al. (2008) relataram que esta corresponde a 43% da R_s em Flores da Cunha, RS, e que Assis et al. (1989) observaram que a RFA equivale a 47% da R_s em Pelotas, RS.

2.3 BALANÇO DE RADIAÇÃO

O balanço de radiação também denominado de saldo de radiação (R_n), corresponde a contabilidade de toda a energia dos fluxos radiativos descendentes e ascendentes, de onda curta e onda longa, que interagem com a superfície terrestre (SILVA; BRAGA; BRAGA, 2011). Apresenta grande influência sobre os processos de evapotranspiração, fotossíntese, aquecimento do ar e do solo, visto que representa a energia disponível para estes processos (FIETZ; FISCH, 2009).

É constituído pelo balanço de ondas curtas (BOC) e o balanço de ondas longas (BOL), o qual corresponde ao saldo de energia entre a radiação emitida pelo sistema solo-planta-atmosfera e a contra-radiação emitida pela atmosfera (PEREIRA et al., 2002). O saldo de radiação equivale a soma algébrica dos balanços de onda curta e longa, conforme expresso pela equação:

$$R_n = BOC + BOL$$

Onde:

R_n é o saldo de radiação

BOC o balanço de ondas curtas

BOL o balanço de ondas longas

O saldo de radiação pode ser negativo ou positivo, dependendo do valor de cada um dos fluxos de radiação que o constituem. Desta forma R_n costuma ser positivo no período diurno, pois o BOC apresenta sinal positivo, sendo muito maior do que o BOL, que é negativo. Para o período noturno BOC é nulo, ficando R_n dependente do BOL, assumindo assim um sinal negativo (PEREIRA et al., 2002).

No período diurno o R_n positivo implica na entrada de energia para os ecossistemas, a qual é utilizada para os processos de evaporação da água, aquecimento do solo, e uma pequena parte para a fotossíntese. Entretanto durante o período noturno o R_n se apresenta com sinal negativo, indicando que há saída de energia dos ecossistemas para a atmosfera (BERGAMASCHI; BERGONCI, 2017).

Um dos principais componentes do balanço de radiação é a radiação refletida pela superfície, sendo que a variação na radiação refletida apresenta pelos diferentes tipos de superfície, é capaz de influenciar no equilíbrio do sistema terra-atmosfera, devido a diferença existente na quantidade de energia que determinada superfície envia para a atmosfera.

O albedo é definido como sendo a razão entre a radiação solar refletida e a radiação solar global incidente sobre uma cultura (BERGAMASCHI; BERGONCI, 2017). Trata-se de uma variável de grande importância, uma vez que controla a partição de energia que chega em uma superfície, visto que representa a capacidade desta superfície em refletir energia solar (KUSHARI; KONITPONG, 2011). Sobre uma superfície o albedo pode variar de acordo com a textura, coloração e teor de umidade da superfície (CORREIA et al., 2002), no caso de cobertura vegetal o albedo sofre influência porcentagem de cobertura do solo, da espécie cultivada, altura das plantas, ângulos das folhas e índice de área foliar (QUERINO et al., 2013), sendo afetado também pelo ângulo de elevação solar e a presença de nuvens (BLAD; BACKER, 1972).

2.4 CONVERSÃO DE RADIAÇÃO SOLAR EM FITOMASSA

Em agroecossistemas, a partir da atividade fotossintética das plantas, a radiação solar global incidente é convertida em energia química (HELDWEIN et al., 2009). A produção de biomassa por uma comunidade de plantas depende, entre

outras coisas, da quantidade de radiação fotossinteticamente ativa que é interceptada e absorvida pelas folhas, bem como a eficiência apresentada por estas em converter a energia radiante em energia química, por meio da fotossíntese (HEINEMANN et al., 2006).

A eficiência de uso da radiação por determinada espécie, é revelada a partir da conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada pela cultura em fitomassa (MONTEITH, 1977). Diversos estudos têm observado uma relação linear entre a radiação fotossinteticamente ativa interceptada e a produção de fitomassa seca por uma cultura (TOLLENAR; BRUULSEMA, 1988).

Em plantas sadias, cujas demandas de água e nutrientes estejam supridas, a produção de fitomassa e a fotossíntese líquida são proporcionais à quantidade de radiação fotossinteticamente ativa absorvida pela cultura (MONTEITH, 1977).

Visto a importância da radiação solar, tem se buscado a partir da quantificação da radiação fotossinteticamente ativa, absorvida ou interceptada por uma cultura, definir o uso desta na produção de massa seca, ou seja, estabelecendo assim a eficiência do uso da radiação solar na produção de fitomassa (SIVAKUMAR; VIRMANI, 1984; COSTA et al., 1996).

A determinação da eficiência na conversão de radiação solar em massa seca, pode ser realizada com base no modelo de Monteith (1977), onde a produção de fitomassa pode ser obtida por meio o produto do acumulado de radiação fotossinteticamente ativa intercepta pela eficiência de conversão dessa radiação em massa seca (ϵb). Pode-se então estimar a eficiência de conversão de radiação solar, por meio da relação entre produção de massa seca e o acumulado de radiação fotossinteticamente ativa, por meio da seguinte equação:

$$\epsilon b = \frac{PMS}{RFA}$$

Onde:

PMS é a produção de massa seca de frutos (g m^{-2});

RFAi é a radiação solar fotossinteticamente ativa interceptada (MJ m^{-2});

ϵb é a eficiência de conversão da radiação RFA em massa seca produzida (g MJ^{-1}).

3. METODOLOGIA

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO

O experimento foi realizado no município de Morro Redondo, RS (31°35'18" S, 52°37'47" W, altitude de 243 m), no período de julho a dezembro de 2016, em pomar comercial de 0,25ha⁻¹. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa.

O pomar cultivado com amora-preta 'Tupy' implantado em 2003 e conduzido em espaldeira dupla em "T", com dois fios paralelos, no espaçamento de 2,5m entre linhas e 0,7m entre plantas.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com cinco repetições, no qual cada parcela era composta por seis plantas, em esquema fatorial 3 x 2, com três épocas e duas intensidades de poda. Foram realizadas três épocas de podas anuais sendo a primeira em 18 de julho (poda precoce), a segunda em 10 agosto (poda convencional) e a terceira época em 1 setembro (poda tardia) de 2016, sendo cada época submetida a duas intensidades de poda dos ramos secundários, curta e longa, respectivamente com 15 e 30cm de comprimento dos ramos secundários.

Os estádios fenológicos da cultura foram determinados conforme descrito por Hussain et al. (2016), sendo as avaliações fenológicas na cultura realizadas três vezes por semana ao decorrer de todo o ciclo.

3.2 EQUIPAMENTOS INSTALADOS

Foram instalados no pomar dois sistemas de aquisição de dados (marca Campbell Scientific, modelo CR1000 e 21X) programados para realizar leitura a cada segundo e armazenar valores médios a cada hora, sendo cada um alimentado por bateria recarregável por painel solar.

Ligados aos sistemas de aquisição de dados estavam quatro tubos solarímetros (três para a radiação solar refletida e um para radiação solar incidente), dois saldos radiômetros e um pluviômetro.

Na primeira época de poda se encontravam instalados dois tubo solarímetros sendo utilizados um para a radiação solar incidente e outro para a radiação refletida, respectivamente a 0,75m e 0,6m acima do dossel vegetativo e um saldo radiômetro a 0,7m acima do dossel.

A segunda época contou apenas com a instalação de um tubo solarímetro, sendo destinado para medir a radiação solar refletida a 0,6m acima do dossel e um pluviômetro a 1m acima do dossel.

A terceira época de poda localizava-se um pouco mais distante das demais, contou com a instalação de um saldo radiômetro instalado a 0,70m acima do dossel destinado a medir o saldo de radiação e um tubo solarímetro instalado a 0,6m acima do dossel destinados a medir a radiação solar refletida.

3.3 MÉTODOS UTILIZADOS

A área foliar foi determinada a campo em intervalo de quatorze dias, por meio da medição do maior comprimento e largura de cada um dos folíolos de cinco folhas de duas plantas marcadas em cada parcela, sendo realizada a contagem do número total de folhas presente nesta planta.

O índice de área foliar (IAF) foi determinado conforme expresso na equação a seguir (OLIVEIRA et al.,1990):

$$IAF = \frac{Af}{At} \quad (1)$$

Onde:

Af é a área foliar (m²)

At é área de terreno ocupada pelo dossel (m²)

A área foliar (Af) foi calculada como o produto das duas dimensões, comprimento (C) e largura (L), e um fator de forma "f", conforme expresso a seguir:

$$Af = f \times C \times L \quad (2)$$

O fator de forma "f" foi obtido por meio de uma análise de regressão simples entre a área de uma amostra de folhas e o produto de suas dimensões (ADAMI et al., 2008). Nesse caso, a reta ajustada ao conjunto de dados possui uma equação do tipo $Y = bx$, em que "b" corresponde ao fator "f". Para determinação do fator de forma "f", foram coletadas 50 folhas que foram levadas para laboratório, onde se procedeu a realização de medições do comprimento e largura de cada folíolo, com posterior obtenção da área foliar por meio de integrador marca Licor, modelo LI-3100 C (Figura 1).

A área ocupada de terreno (A_t) foi obtida a partir do espaçamento entre os fios que tutoram a cultura (localizados em lados opostos do dossel e paralelos entre si) e o espaçamento entre plantas, de modo a formarem um quadrado de 0,5m entre fios e 0,7m entre plantas, com uma área total de $0,35\text{m}^2$.

Foram utilizadas as seguintes equações para obtenção das distintas variáveis necessárias:

O albedo (α) foi calculado a partir da seguinte relação:

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

Onde:

R_r é a radiação solar refletida ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$)

R_s é a radiação solar incidente ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$)

O Balanço de ondas curtas (BOC) foi obtido pela por meio da equação a seguir:

$$BOC = (1 - \alpha) \times R_s \quad (4)$$

Já o balanço de ondas longas (BOL) foi obtido por meio da diferença entre o BOC é o saldo de radiação (R_n), conforme expresso pela equação:

$$BOL = BOC - R_n \quad (5)$$

A determinação da eficiência na conversão de radiação solar em massa seca será baseada no modelo de Monteith (1977), por meio da seguinte equação:

$$\varepsilon_b = \frac{PMS}{RFA} \quad (6)$$

Onde:

PMS é a produção de massa seca de frutos (g m^{-2});

RFAi é a radiação solar fotossinteticamente ativa interceptada (MJ m^{-2});

ε_b é a eficiência de conversão da radiação RFAi em massa seca produzida (g MJ^{-1}).

A radiação solar fotossinteticamente ativa acumulada foi estimada a partir da radiação solar global, de acordo com Assis et al. (1989) para a região de Pelotas, RS, a radiação fotossinteticamente ativa representa 47% da radiação solar global.

Para a obtenção da produção de massa seca dos frutos (PMS) em gramas por metro quadrado, foi considerado uma área de abrangência por planta de $1,75\text{m}^2$, correspondente a um quadrado de $2,5 \times 0,7\text{m}$. Posteriormente a produção de frutos em massa seca foi dividida por 1,75 obtendo-se assim a PMS g m^{-2} .

4. CAPÍTULO 1- BALANÇO DE RADIAÇÃO SOBRE AMORA-PRETA CV. TUPY SUBMETIDA A TRÊS ÉPOCAS DE PODA

4.1 INTRODUÇÃO

No Brasil, o cultivo de amora-preta (*Rubus* spp.) é visto como recente, se concentrando nos estados da região sul e algumas localidades com condições climáticas favoráveis nos estados de Minas Gerais e São Paulo (SEGANTINI et al., 2014). A área cultivada de amora-preta no país é de cerca de $527,8\text{ha}^{-1}$, como principais produtores nos estados das regiões Sul e Sudeste, com destaque para o Rio Grande do Sul principal produtor, apresentando uma produção de 2.209,5 toneladas, em uma área de aproximadamente $239,2\text{ha}^{-1}$ (ANTUNES et al., 2014).

Dentre as frutíferas com maior perspectiva de aumento na produção e oferta para o mercado consumidor, é a que se mostra mais promissora (JACQUES; ZAMBIAZI, 2011). A cultura da amora-preta se apresenta como uma excelente opção para diversificação de pequenas propriedades (RASEIRA; FRANZON 2012), devido ao baixo custo de produção em relação a outras frutíferas, tornando portando uma boa alternativa de renda para a agricultura familiar (ATTILIO et al., 2009).

Apesar da presença de diversas cultivares no mercado, em nível nacional e mundial a 'Tupy' é apontada como a mais importante (VOLK et al., 2013), devido as suas características notáveis, como a elevada produtividade, adaptabilidade a diferentes condições edafoclimáticas e de manejo, somado a qualidade de seus frutos que também apresentam boa aceitação para o consumo *in natura* (ANTUNES et al., 2014).

Um dos limitantes à expansão da cultura é a sazonalidade na produção de frutos, concentrando a época de colheita nos períodos de início e fim de ano (ANTUNES; RASSEIRA, 2004), o que acarreta em preços mais baixos no mercado durante este período. Segundo Antunes (2002), a antecipação da oferta de frutas, por meio do manejo da cultura ou pela contribuição de condições climáticas favoráveis de uma região, pode proporcionar uma oportunidade de mercado favorável ao fruticultor. Nesse sentido diversos autores vêm estudando os efeitos causados na cultura da amora-preta decorrentes de diferentes manejos de poda invernal, Campagnolo e Pio (2012) para a região oeste do Paraná observaram que podas realizadas em meados de julho são mais indicadas do que as podas tardias que podem prejudicar o desempenho produtivo da cultura; já Leonel e Segantini (2015) verificaram que para as condições de São Manuel-SP, a realização de podas no mês de maio possibilitou o escalonamento da colheita antecipando para setembro, entretanto, podas muito precoces acarretaram na diminuição da produtividade, sendo o período mais indicado para a realização das podas entre agosto e setembro; enquanto Segantini et al. (2014) para a mesma localidade, verificou que podas de inverno antecipadas diminuem a produtividade, mas permitem a colheita fora do período tradicional de safra.

De acordo com Belúcio et al. (2014) a radiação solar é um elemento meteorológico de grande relevância, visto que sua influência se estende desde uma escala micrometeorológica até a circulação geral da atmosfera, uma vez que é responsável por promover o aquecimento diferencial no planeta. Uma das variáveis que expressam a energia disponível no ambiente é o saldo de radiação ou balanço de radiação, sendo este composto na superfície terrestre pelo balanço de ondas curtas (comprimentos de onda entre 300 e 3000nm) e o balanço de ondas longas (comprimento de onda superiores a 3000nm) (PEREIRA et al., 2002).

Dentro do balanço de radiação uma das variáveis de grande impacto na disponibilidade de energia é a radiação refletida, sua influência pode ser estudada a partir do albedo. O qual é definido como sendo a razão entre a radiação solar refletida e a radiação solar global incidente sobre uma cultura (BERGAMASCHI; BERGONCI, 2017). Apresentando grande influência sobre os processos de evapotranspiração, fotossíntese, aquecimento do ar e do solo, uma vez que o albedo corresponde a energia disponível para estes processos (FIETZ; FISCH, 2009), isto ocorre devido ao albedo influenciar diretamente na partição de energia que chega a

uma superfície, pois ele corresponde a capacidade característica de uma superfície em refletir a radiação solar (KUSHARI; KONITPONG, 2011). Desta forma quanto menor for o albedo maior será a disponibilidade energética para aquele meio, uma vez que a superfície em questão reflete menos radiação solar, já valores elevados de albedo representam uma baixa disponibilidade de energia, pois uma parcela maior da radiação solar é refletida o que acarreta no aumento do albedo.

O albedo pode variar de acordo com a superfície e condições desta, de modo que os menores valores de albedo estão relacionados com superfícies rugosas de coloração escura e teor de umidade mais elevado, enquanto que altos valores de albedo se associam a superfícies suaves, de coloração clara e baixo teor de umidade, quando a superfície se encontra coberta por vegetação este sofre influência de outros fatores como porcentagem de cobertura do solo, a espécie cultivada, altura das plantas, ângulo das folhas e índice de área foliar, sendo também afetado pelo ângulo de elevação solar e a presença de nuvens (BLAD; BACKER, 1972; CORREIA et al., 2002; QUERINO et al., 2013).

Diante do exposto o presente trabalho tem por objetivo determinar balanço de radiação e o albedo da cultura da amora-preta 'Tupy' submetida a diferentes épocas de poda invernal.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de julho a dezembro de 2016, em um pomar comercial com uma área de 0,25 ha⁻¹, em uma propriedade rural (31°35'18" S, 52°37'47" W, altitude de 243 m) no município de Morro Redondo, RS. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa.

O pomar implantado em 2003, cultivado com amora-preta cv. Tupy, conduzido em espaldeira dupla em "T", com dois fios paralelos, no espaçamento de 2,5m entre linhas e 0,7m entre plantas. O solo do entre linha da cultura foi mantido coberto com espontâneas ao decorrer do experimento, sendo realizada apenas roçadas para redução da altura das espontâneas a fim de facilitar o trânsito no entre linha.

Foram efetuadas três épocas de poda invernal, sendo a primeira em 18 de julho (poda precoce), a segunda em 10 de agosto (poda convencional) e a terceira

época em 1 de setembro (poda tardia) de 2016. A poda procedeu-se de modo a manter os ramos secundários com 15cm de comprimento. O experimento foi conduzido em três linhas de cultivo do pomar de modo que cada linha correspondia a uma época de poda, dentro das linhas havia cinco parcelas constituída por seis plantas.

A área foliar foi determinada a partir de medições a campo, efetuadas a cada quatorze dias, no período compreendido entre 13 de outubro a 22 de dezembro de 2016. Foram marcadas duas plantas por unidade experimental, das quais foram coletadas as medidas do maior comprimento e largura de cada folíolo, de um total de cinco folhas, bem como a contagem do total de folhas presente nas plantas avaliadas

A área foliar (A_f) foi calculada como o produto de duas dimensões, comprimento (C) e largura (L), e um fator de forma da folha " f ", conforme expresso pela equação 1.

$$A_f = f \times C \times L \quad (1)$$

O fator de forma da folha " f " foi determinado a partir de metodologia adaptada de Adami et al. (2008), foram coletadas de forma aleatória no pomar 50 folhas, que foram levadas para laboratório onde com uso de uma régua se realizou medição do maior comprimento e largura de cada folíolo, que posteriormente foram colocados em integrador de área foliar (marca Licor, modelo LI-3100 C) para obtenção da área foliar. Em posse dos dados estes foram submetidos a uma regressão linear entre a área foliar obtida por meio do produto do comprimento e largura dos folíolos e a área foliar obtida por meio de integrador obtendo-se assim o fator de forma " f ".

Já o índice de área foliar foi determinado conforme expresso na equação 2 (OLIVEIRA; SILVA 1990).

$$IAF = \frac{A_f}{A_t} \quad (2)$$

Onde:

A_f é a área foliar (m^2)

A_t é área de terreno ocupada pela projeção do dossel (m^2)

A área ocupada de terreno (A_t) foi considerada como sendo $0,35m^2$, que corresponde ao espaço formado entre os fios de arame que tutoram a cultura (localizados em lados opostos da linha de cultivo e paralelos entre si) e o

espaçamento entre plantas dentro da linha de cultivo, formando uma área com espaçamento de 0,5m entre fios e 0,7m entre plantas.

Para a obtenção do saldo de radiação (R_n) foram instalados dois saldos radiômetros juntamente as linhas de cultivo, na primeira e terceira época de poda, a aproximadamente 0,7m acima do dossel da cultura. Devido ao número limitado de saldo radiômetros disponíveis, não foi possível instalar este equipamento na segunda época de poda.

A radiação solar global incidente (R_s) foi obtida por meio de um tubo solarímetro instalado a 0,75m acima do dossel da cultura. Para a obtenção da radiação solar refletida (R_r) foram utilizados três tubos solarímetros com a face sensível voltada para baixo, um em cada época de poda, instalados a 0,60m acima do dossel da cultura.

Foram utilizados dois sistemas de aquisição de dados (marca Campbell Scientific, modelo 21X e CR1000), programados para efetuarem leituras a cada segundo, armazenando as médias horárias, alimentados por bateria recarregável por painel solar.

O albedo (α) foi determinado conforme expresso na equação 3:

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

Onde:

R_r é a radiação solar refletida ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$)

R_s é a radiação solar incidente ($\text{MJ m}^{-2} \text{d}^{-1}$)

O Balanço de ondas curtas (BOC) foi obtido conforme expresso por meio da equação 4.

$$BOC = (1 - \alpha) \times R_s \quad (4)$$

Para a determinação do balanço de ondas longa (BOL), foi realizado a diferença entre o saldo de radiação (R_n), obtido por meio de leitura, e o BOC, conforme expresso na equação 5.

$$BOL = BOC - R_n \quad (5)$$

Os dados brutos obtidos a partir dos sistemas de aquisição de dados foram transferidos para planilha eletrônica, onde foram organizados e tabulados, posteriormente com o uso de recursos do programa de planilha, foram realizados os cálculos e construídos os gráficos.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de radiação solar e saldo de radiação acumulados para cada fase fenológica foram computados na tabela 1. A fase de baga madura apresentou o maior acumulado para todas as épocas de poda e para ambas as variáveis, com destaque para a primeira (18/jul) e segunda (10/ago) época de poda, que apresentaram o maior valor acumulado de radiação solar e saldo de radiação de todo o ciclo com valores de $767,1\text{MJ m}^{-2}$ e $413,8\text{MJ m}^{-2}$ respectivamente, enquanto que a terceira época (1/set) apresentou um acumulado de radiação solar 29% menor em relação a primeira e segunda épocas de poda para esta fase. O segundo maior valor acumulado ocorreu na fase de baga madura, onde se observou comportamento inverso ao anterior no acumulado de radiação solar, pois para esta fase foi a terceira época a que apresentou o maior acumulado de radiação solar, sendo 23,5% superior aos acumulados registrados para as demais épocas de poda nesta fase. Estes resultados são decorrentes principalmente da duração em dias destas fases, que são as mais longas do ciclo, com durações que variam de 25 a 30 dias em todas as épocas de poda, respectivamente para as fases de baga verde e baga madura.

A fase de baga-vermelha se caracterizou por apresentar o menor acumulado do ciclo para ambas as variáveis. Para esta fase a segunda época se mostrou distinta das demais por apresentar o menor valor de radiação solar acumulada para todo o ciclo, sendo 91,1% menor que o maior valor acumulado, enquanto que para o acumulado de saldo de radiação a terceira época foi a que apresentou o menor valor do ciclo, sendo 86,1% menor que o maior acumulado registrado para esta variável. O segundo menor valor do ciclo foi registrado para a fase de baga-rosa, sendo em média 48% superior a fase de baga-vermelha. Estes valores baixos de acumulados se justificam ao se verificar que estas fases apresentam a menor duração em dias de todo o ciclo, com uma variação de 5 a 6 dias de duração para a fase de baga-rosa e 4 a 5 dias para baga-vermelha.

Com relação aos acumulados para todo o ciclo se verifica que para a radiação solar a primeira e segunda épocas apresentam valores mais próximos, com uma diferença entre as duas de $64,9\text{MJ m}^{-2}$, enquanto que a terceira época esta diferença se mostra maior, sendo de $168,8\text{MJ m}^{-2}$ entre a terceira e segunda época e de

233,7MJ m⁻² entre a terceira e primeira época. Se observa que para o saldo de radiação a relação se mostra inversa, de modo que o maior acumulado ocorreu para a terceira época de poda, sendo a diferença desta em relação as demais de 30,2MJ m⁻² e 57,2MJ m⁻², respectivamente primeira e segunda épocas de poda.

Tabela 1. Radiação solar (Rs) e saldo de radiação (Rn) acumulados para cada fase fenológica de plantas de amora-preta submetidas a três épocas de poda: 18 de julho (1º), 10 agosto (2º) e 1 de setembro (3º).

Fase fenológica	Rs (MJ m ⁻²)			Rn (MJ m ⁻²)		
	1º	2º	3º	1º	2º	3º
Brotação	211,2	161,4	175,9	97,4	78,6	117,3
Botão floral	310,2	295,1	309,7	162,4	154,2	184,5
Flora aberta	189,5	197,9	122,2	92,4	97,7	71,7
Baga verde	420,4	437,4	571,6	219,5	228,2	329,7
Baga-rosa	170,6	165,8	138,6	84,3	81,6	80,0
Baga-vermelha	89,0	68,6	89,7	46,6	35,3	57,6
Baga madura (colheita)	767,1	767,1	516,7	413,8	413,8	305,8
Somatório	2158,1	2093,2	1924,4	1116,3	1089,3	1146,5

O dia escolhido como tipicamente ensolarado foi 09/dez, apresentando um total diário de radiação solar incidente (Rs) de 25,3MJ m⁻² d⁻¹, no que se refere a variação horária, a radiação solar incidente apresentou seu pico às 13h, com um valor de 1039W m⁻² (Figura 2). Ao observar a variação horária dos componentes do balanço de radiação é possível verificar comportamento similar entre a primeira (18/jul) e segunda (10/ago) épocas de poda, distinguindo-se da terceira (01/set) época nas variáveis radiação refletida (Rr), balanço de ondas longas (BOL) e saldo de radiação (Rn), estas diferenças são visíveis em termos de valores máximos observados para estas variáveis (Figura 2).

A radiação refletida apresentou seu pico às 13h com valores de 234W m⁻² (Figura 2b), 229W m⁻² (Figura 2a) e 202W m⁻² (Figura 2c) respectivamente segunda, primeira e terceira épocas de poda. O balanço de ondas longas apresentou diferenças tanto na magnitude dos valores máximos como na hora de ocorrência dos mesmos, para a primeira e segunda épocas o valor máximo ocorreu às 12h com respectivamente 121W m⁻² (figura 2a) e 118W m⁻² (Figura 2b), enquanto que para a terceira época este ocorreu às 10h com 181W m⁻² (Figura 2c), podendo ser considerado um valor atípico devido o horário de ocorrência e o valor elevado em relação as demais épocas de poda.

Em relação ao saldo de radiação, este apresentou seu pico às 13h com valores de 784W m^{-2} (Figura 2a), 744W m^{-2} (Figura 2b) e 720W m^{-2} (Figura 2c), respectivamente primeira, segunda e terceira épocas. Cabe ressaltar que no horário das 10h ocorreu uma variação na magnitude do saldo de radiação para a terceira época em relação as demais épocas (Figura 2c), esta variação possivelmente pode ser decorrente de uma sombra que possa ter sombreado o sensor por um breve momento atenuando o valor final de R_n para este horário, o que explicaria o valor atípico de BOL ocorrido na terceira época neste horário, pois como o cálculo de BOL tem como uma de suas variáveis o R_n , portanto qualquer oscilação neste irá impactar diretamente no BOL, deve-se salientar que este fato foi observado somente no horário das 10h na terceira época.

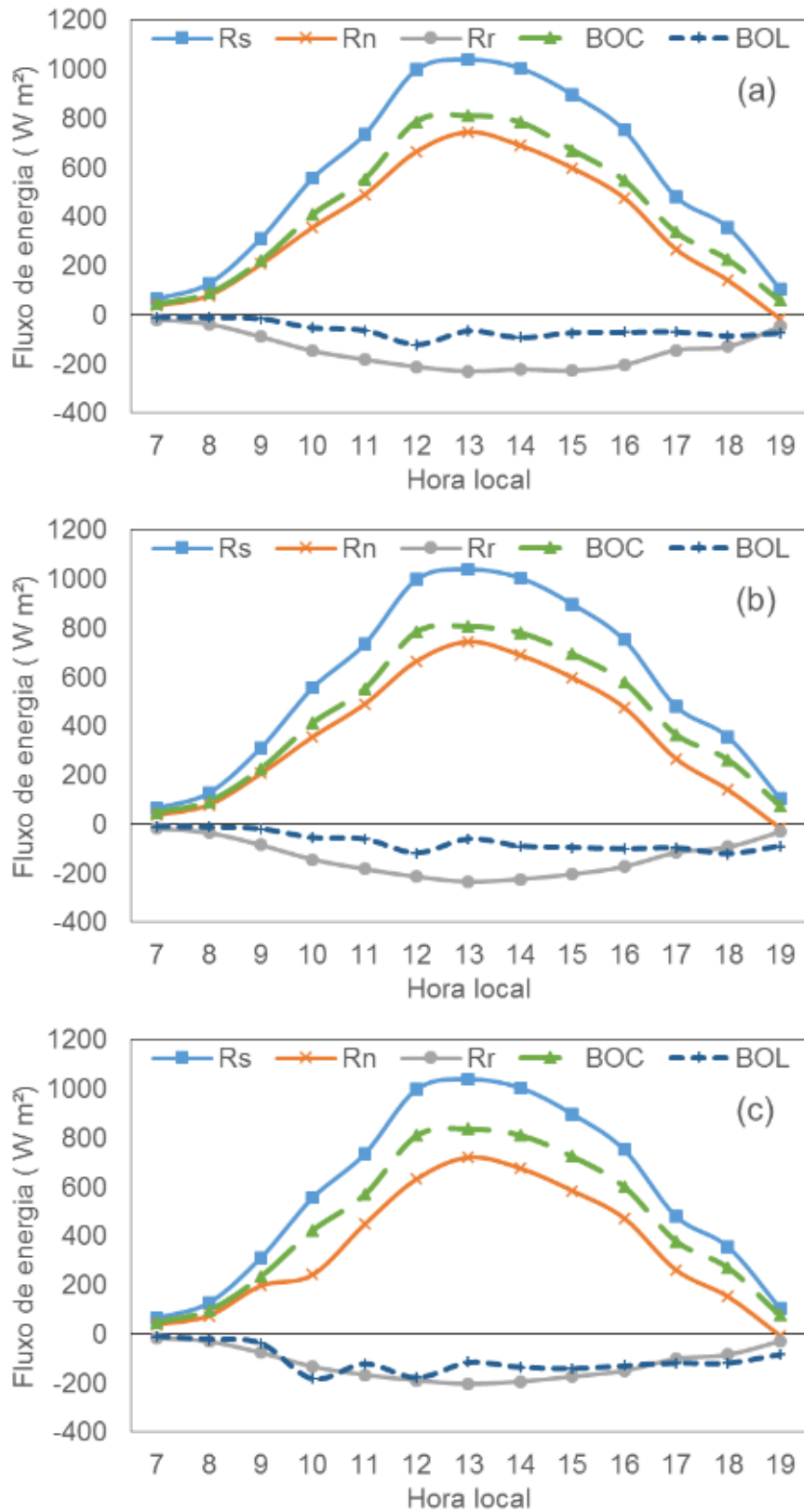


Figura 1. Componentes do balanço de radiação sobre cultivo de amora-preta para um dia ensolarado (09/12/16), para as épocas de poda 18/Jul (a), 10/Ago (b), 01/Set (c).

O dia 25/10/16 foi selecionado como exemplo de um dia típico nublado, apresentando um total diário de R_s de $8,9 \text{ MJ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$, em comparação com o dia ensolarado a disponibilidade de radiação solar foi 65% menor.

Com relação ao comportamento das variáveis em escala horaria o pico observado de radiação solar incidente foi de 335 W m^{-2} , às 16h, em função das condições de nebulosidade os componentes do balanço de radiação oscilaram ao longo do dia, alternando aleatoriamente picos e declínios. Assim, às 16h foram observados os maiores valores de R_s , R_n , R_r e BOC (Figura 3). Em termos relativos, às 13h a R_s foi 71% menor do que no dia de céu claro, o mesmo pode ser observado para R_n e R_r que foram 74% menores para este horário em relação ao dia de céu claro. Fica claro a redução em todas as variáveis avaliadas para as condições deste dia em comparação com o dia ensolarado, comportamento similar foi observado em trabalho realizado por Azevedo et al. (1997), com videira europeia cultivada em espaldeira, no qual é possível observar por meio das figuras apresentadas pelo autor a redução e oscilação de valores horários dos componentes radiação solar, saldo de radiação e radiação solar refletida, em decorrência da presença de nuvens.

Ainda, para esse dia com alta nebulosidade, não é possível observar distinção entre as épocas de poda, ficando as diferenças restritas a pequenas oscilações nos valores que variaram em média 2 W m^{-2} para mais ou para menos (Figuras 3a, b e c).

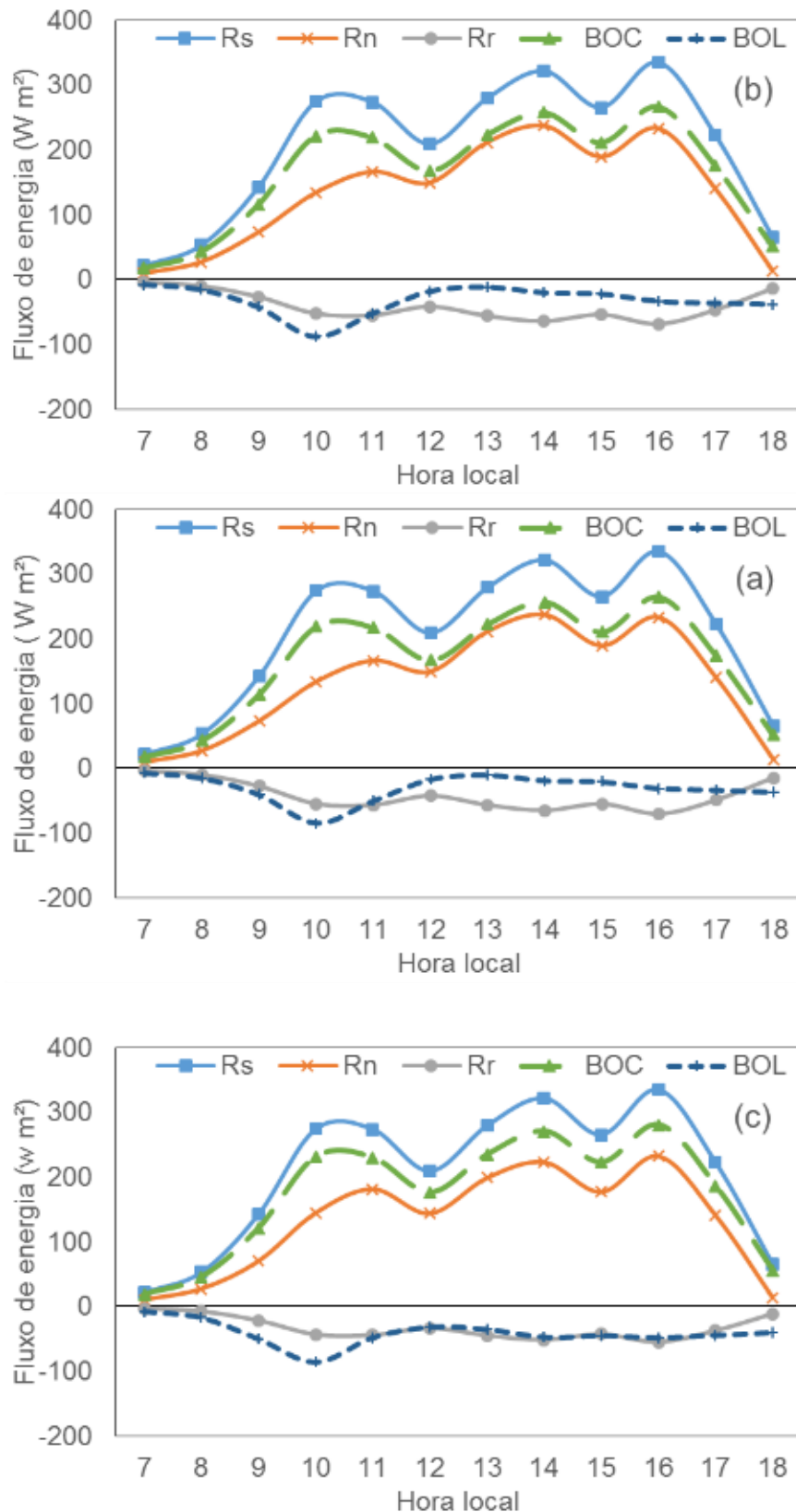


Figura 2. Componentes do balanço de radiação sobre cultivo de amora-preta para um dia nublado (25/12/16), para as épocas de poda 18/Jul (a), 10/Ago (b), 01/Set (c).

Para o dia ensolarado verifica-se uma grande oscilação nos valores horários de albedo com ocorrência de pico nos períodos de início e no final do dia, sendo os

menores valores observados próximo ao meio dia (Figura 4a, b, c), resultado similar ao encontrado por André et al. (2010), em cultivo cana, e Souza et al. (2010), em cultivo de feijão-vagem. Este comportamento é decorrente da dependência do albedo em relação ao ângulo de elevação solar, de modo que nos horários de início e final do dia quando o ângulo de elevação solar é baixo, os raios solares atingem a cultura de forma paralela, de modo que a maior parte da energia seja refletida, ocasionando em valores elevados de albedo, já nos horários próximos ao meio dia, momento de maior elevação solar, os raios solares incidem de forma mais perpendicular, acarretando na maior penetração e retenção destes no interior da comunidade de plantas, o que condiciona a ocorrência dos menores valores de albedo nestes horários (ANDRÉ et al., 2010; SOUZA et al., 2010). Em relação a variação entre as épocas de poda para o dia ensolarado, verifica-se que a primeira época de poda apresentou o maior valor de albedo com 0,26 de média para o período, seguido pela segunda e terceira épocas de poda, respectivamente com 0,24 e 0,20.

No dia nublado se observou pouca variação horária do albedo com uma leve tendência de aumento dos valores ao final do dia (Figura 4 d, e, f), este fato pode ser consequência da oscilação na disponibilidade radiação solar incidente ao decorrer do dia em virtude da presença de nuvens, acarretando em menores ofertas de radiação solar incidente na maior parte do dia, enquanto que no período do final do dia possivelmente ocorreu uma redução na presença das nuvens, permitindo a maior disponibilidade de radiação solar, o que justificaria os maiores valores de albedo se encontrarem no período de fim da tarde para o dia nublado. O albedo médio para o dia nublado para as épocas de poda foi de 0,20 para a primeira e segunda épocas e de 0,19 para a terceira, é possível observar uma menor variação nos valores médios de albedo entre as épocas de poda para o dia nublado em relação ao dia ensolarado, entretanto os valores de albedo observados para o dia nublado foram menores que aqueles observados para o dia ensolarado. É notória a redução nos valores de albedo em dias com grande presença de nuvens, situação também verificada por Souza et al (1999) que encontrou valores médios de albedo para condições de dia parcialmente nublado que variaram de 0,14 a 0,16 entre distintas fases fenológicas de feijão-vagem; comportamento similar foi verificado por Azevedo et al. (1997) que ao trabalhar com videira europeia conduzida em espaldeira, observou redução do albedo para dias nublados, de modo que para

estes dias o albedo representou de 19,5 a 20% da radiação solar incidente, enquanto que para dias com condições de céu claro o albedo correspondeu a 22% da radiação solar incidente.

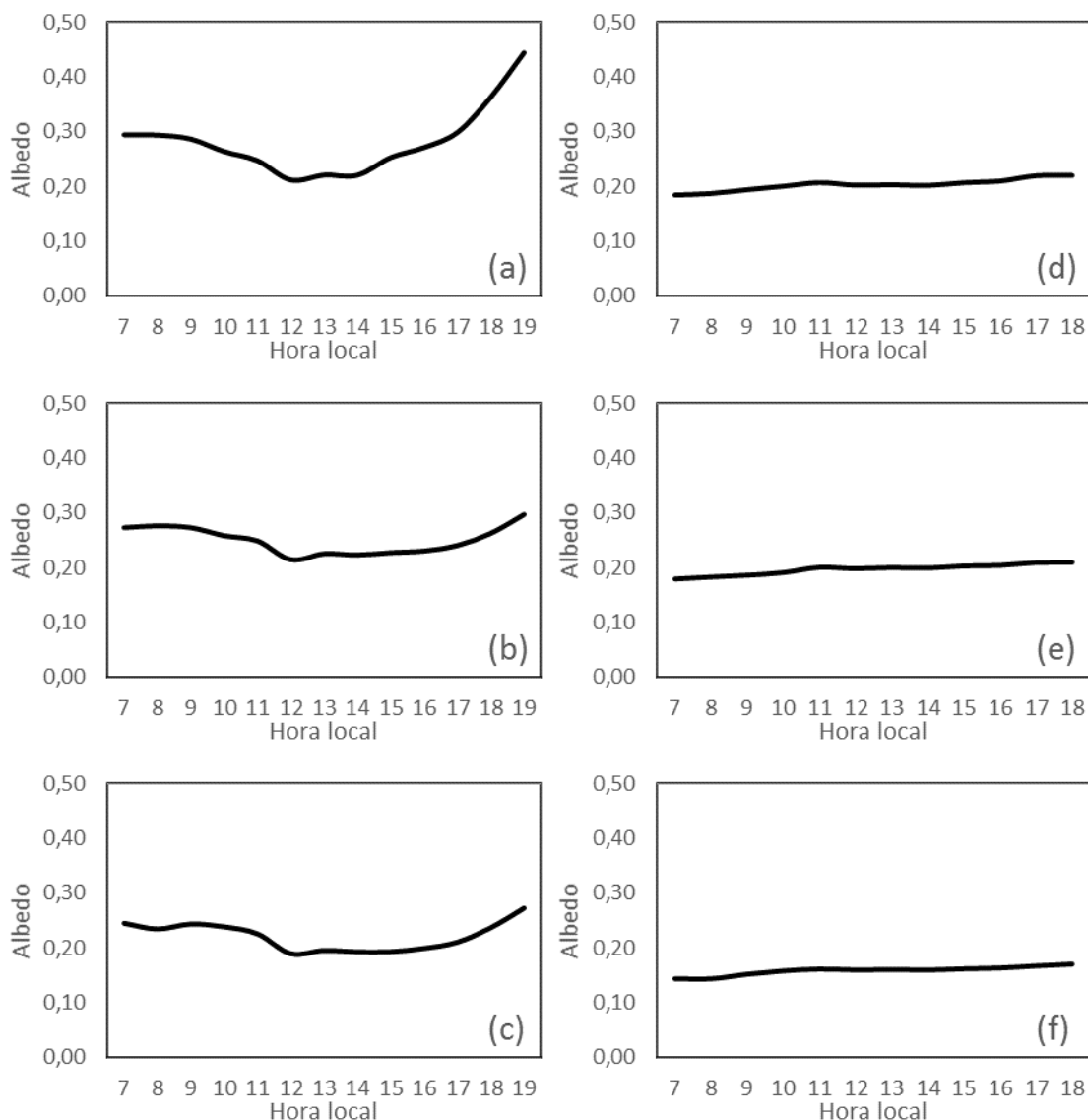


Figura 3. Comparação do albedo para um dia (09/12) ensolarado (a, b, c) e para um dia (25/10) nublado (d, e, f), para as épocas de 18/Jul (a, d), 10/Ago (b, e) e 01/Set (c, f).

Com relação aos valores de albedo, observados para dias próximos as avaliações do índice de área foliar (IAF), a variação foi de 0,21 a 0,25 respectivamente 28/10 e 8/12, conforme pode ser verificado na tabela 1, sendo esses valores similares aqueles encontrados por Souza et al. (2010) cujos os valores máximos variaram de 0,24 a 0,25 para cultivo de feijão-vagem; já para André et al. (2010) ao trabalhar com cana de açúcar a variação ao longo do ciclo para os distintos estádios fenológicos foi de 0,24 a 0,31; para Radünz et al. (2013) o albedo

no período compreendido entre a desfolha e a colheita de videira Bordô variou de 0,28 a 30.

Conforme pode ser observado na tabela 1, o albedo apresentou os maiores valores com a redução do índice de área foliar (IAF), de modo que para os dias com IAF inferior a um, o albedo médio foi de 0,24 enquanto que para os dias com IAF superior a um, o albedo médio foi de 0,22. Tal comportamento diverge do encontrado por André et al. (2010) e Souza et al. (2010), que verificaram valores crescentes de albedo com o aumento do índice de área foliar. Portanto era esperado que com o decréscimo no IAF decorrente da proximidade com o final de ciclo os valores de albedo descaíssem juntos, não sendo o observado, entretanto a duas possibilidades que explicam isto. A primeira possibilidade se refere a coloração das folhas, pois ao entrarem em processo de senescência, estas se tornam mais claras, adquirindo uma coloração em tons mais amarelados, o que por sua vez acarretaria no aumento da reflexibilidade da superfície vegetada, aumentando assim os valores de albedo. A segunda possibilidade está no fato de que a amora-preta tem sua produção em ramos de ano, ou seja, os ramos que brotam em uma safra produziram na próxima, por este motivo no período em que as plantas marcadas para avaliação da área foliar começaram o processo de senescência conforme se aproximaram do final do ciclo, havia outras hastes brotando do solo apresentando um acréscimo portando na área foliar, entretanto este acréscimo não foi contabilizado por serem novas hastes, além disto a coloração das folhas destas hastes é levemente mais clara que a folhas já expandidas, o que contribuiria para o aumento do albedo neste período.

Tabela 2. Radiação solar incidente (Rs), radiação refletida (Rr), albedo (α) e índice de área foliar (IAF) médio ao longo do ciclo de produção da amora-preta.

do longo do ciclo de produção da amora preta.				
Mês	Rs	Rr	α	IAF
	MJ m-2			
13/out	20,21	4,69	0,23	1,2
14/out	8,66	1,94	0,22	1,2
28/out	29,06	6,15	0,21	1,1
29/out	28,98	6,17	0,21	1,1
10/nov	28,60	6,34	0,22	1,1
11/nov	31,01	6,85	0,22	1,1
24/nov	20,40	4,93	0,24	1,0
25/nov	26,24	6,00	0,23	1,0
08/dez	30,87	7,74	0,25	0,9
09/dez	26,72	6,22	0,23	0,9
22/dez	19,63	4,76	0,24	0,5
23/dez	26,82	6,36	0,24	0,5

4.4 CONCLUSÕES

A variação diária do albedo mostra-se mais estável em dia ensolarado em comparação com o dia nublado.

O albedo apresenta comportamento inverso em relação ao índice de área foliar da amora-preta cultivada em superfície vegetada nas entrelinhas.

O albedo médio para o ciclo da cultura foi de 0,24 para poda em julho, 0,23 para poda em agosto e 0,21 para poda em setembro.

As fases de baga verde e baga madura são as fases do ciclo da amora preta em que são acumuladas as maiores quantidades de radiação solar.

Plantas podadas em julho apresentam mais tempo para acumular radiação solar durante seu ciclo, enquanto que plantas que receberam poda em setembro acumulam maior saldo de radiação.

5. CAPÍTULO 2 –EFICIÊNCIA DE CONVERSÃO DA RADIAÇÃO SOLAR EM CULTIVO DE AMORA-PRETA CV. TUPY SUBMETIDA A DIFERENTES ÉPOCAS E INTENSIDADES DE PODA

5.1 INTRODUÇÃO

A amora-preta (*Rubus* spp) se apresenta com uma das frutíferas mais promissoras, com grandes perspectivas de aumento na produção e oferta para o mercado consumidor (JACQUES; ZAMBIAZI, 2011). O aumento no consumo desta frutífera nos últimos anos, é decorrente em parte da busca dos consumidores pelos seus benefícios a saúde, como auxílio ao combate de doenças degenerativas, devido à presença de compostos com ação antioxidante (FERREIRA et al., 2010; JACQUES et al., 2010).

É uma frutífera de clima temperado, pertencente à família das Rosaceae na qual existem outros gêneros de importância como *Malus*, *Prunus* e *Pyrus*, se caracteriza pela presença de espinhos nas principais cultivares, frutos agregados de coloração preta e porte ereto ou rasteiro (ANTUNES et al., 2002).

Segundo Raseira e Frazon (2012) a cultura é bastante promissora para pequena propriedade que buscam a diversificação. Suas características como o baixo custo de implantação e manutenção do pomar, somados a rusticidade que acarreta na baixa necessidade de utilização de agrotóxicos, a tornam uma cultura promissora para a agricultura familiar (ANTUNES et al., 2002).

Dentre as diversas cultivares no mercado, a Tupy é considerada a mais relevante, tanto no cenário nacional como no internacional (VOLK et al., 2013). Se caracteriza pela presença de espinhos, porte ereto, frutos com bom equilíbrio entre açúcar e acidez, e pela capacidade produtiva, já que no após primeiro ano após o plantio pode alcançar uma produtividade de 8t ha⁻¹, chegando até 17t ha⁻¹ no segundo ano (GONÇALVES et al., 2011).

Segundo Antunes et al. (2014) parte do foco das pesquisas sobre esta cultura, deveriam ser sobre o escalonamento de épocas de poda, visto que estas se mostram como uma alternativa para a obtenção de uma produção fora de época e o aumento no período de oferta desta frutífera durante o ano, o que beneficia o produtor por meio de um aumento no retorno econômico. Essa tendência é

encontrada na literatura, onde diversos autores, entre eles Campagnolo e Pio (2012), Leonel e Segantini (2015) e Segantini et al. (2014), têm estudado a influência do manejo de distintas épocas de poda invernal sobre as variáveis produtividade, graus dias, horas de frio, fenologia, escalonamento de produção.

A radiação solar se apresenta como a energia motriz para os processos físicos-químicos e biológicos que ocorrem na superfície terrestre e atmosfera, portanto se trata de uma variável meteorológica de grande importância para estudos focados nas necessidades hídricas de culturas irrigadas, modelagens de crescimento e produção vegetal, mudanças climáticas, dentre outros (BORGES et al., 2010). Entretanto nem todo o espectro da radiação solar é utilizada pelas plantas, sendo apenas uma parcela desta de fato aproveitada, a qual é denominada de radiação fotossinteticamente ativa, que compreende a faixa de 400 a 700nm (BERGAMASCHI; BERGONCI, 2017).

Em plantas sadias nas quais as demandas de água e nutrientes estejam atendidas, se observa que a fotossíntese líquida e a produção de fitomassa são proporcionais a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) absorvida pela cultura (MONTEITH., 1977). Deste modo a produção de massa seca de uma cultura é dependente em última instância, da eficiência apresentada pelas folhas em converter energia radiante em energia química por meio da fotossíntese (ASSIS; MENDEZ.,1989).

A determinação da eficiência na conversão de radiação solar em massa seca, pode ser realizada com base no modelo de Monteith (1977), onde a produção de fitomassa pode ser obtida por meio o produto do acumulado de radiação fotossinteticamente ativa intercepta pela eficiência de conversão dessa radiação em massa seca. Devido sua importância a eficiência de conversão da radiação solar tem sido determinada para diversas culturas entre elas eucalipto (CARON et al 2012); erva-mate (CARON et al., 2014) e para o bioma dos campos sulinos (FONSECA et al., 2006).

O presente trabalho tem por objetivo determinar a eficiência de conversão da radiação solar e a produtividade na cultura da amora-preta quando submetida a diferentes intensidades e épocas de poda.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período compreendido de junho a dezembro de 2016, em uma propriedade rural no município de Morro Redondo, RS, localizado nos paralelos de 31° 35' latitude Sul e 52° 37' longitude oeste, a uma altitude média de 243m. O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfa, subtropical, sem estação seca e temperatura do mês mais quente maior que 22°C. O pomar foi cultivado com amora-preta cv. Tupy, implantado em 2003 e conduzida em espaldeira dupla em "T", com dois fios paralelos e com espaçamento de 2,5m entre linhas e 0,7m entre plantas.

O delineamento do experimento foi de blocos casualizados, com cinco repetições e seis plantas por parcela, em esquema fatorial 3 x 2, com três épocas e duas intensidades de poda. A primeira época e poda foi realizada em 18/07 (poda precoce), a segunda em 10/08 (poda convencional) e a terceira em 01/09 (poda tardia) de 2016. As intensidades de poda utilizadas em cada época, foram curta, na qual os ramos secundários foram manejados com 15cm de comprimento, e longa onde os ramos secundários foram mantidos com 30cm de comprimento. As plantas foram manejadas com um número de quarto hastes por plantas, sendo avaliadas duas hastes por parcela de modo que as variáveis referentes a planta, foram multiplicadas pelo número de hastes existentes por planta para a obtenção dos resultados expressos por planta.

A colheita dos frutos foi realizada semanalmente a partir da determinação visual do ponto de colheita, caracterizada pela coloração dos frutos. Posterior a colheita, os frutos foram levados a laboratório onde com uso de balança de precisão se obteve a massa fresca, após sendo colocados em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65°C até peso constante realizando-se nova pesagem da amostra para obtenção da massa seca. Foram avaliadas a produção por planta de massa fresca (kg), peso médio dos frutos (g), produtividade estimada ($t\ ha^{-1}$). A produtividade estimada foi realizada por meio do produto da produção de massa fresca por hastes com o número de hastes por planta (quatro) e a população por hectare ($5715pl\ ha^{-1}$), sendo por fim convertido o valor para toneladas

Para a determinação da área foliar foram selecionadas duas plantas por parcela, sendo realizada medições do maior comprimento e largura de todos os folíolos de cinco folhas por planta, além da contagem do número total de folhas. As

medições eram realizadas em intervalos de quatorze dias, no período compreendido entre 13 de outubro a 22 de dezembro de 2016. A área foliar foi determinada como sendo o produto de duas dimensões, comprimento (C) e largura (L) e um fator de forma da folha “f”, conforme expresso na equação 1.

$$Af = f \times C \times L \quad (1)$$

Para determinação do fator de forma da folha “f” foi utilizada metodologia adaptada de Adami et al. (2008), sendo coletada uma amostra aleatória de 50 folhas no pomar e conduzidas para laboratório, onde se procedeu com uso de régua medição do maior comprimento e largura de todos os folíolos, que foram posteriormente passados por integrador de área foliar (marca Licor, modelo LI-3100 C), para obtenção da área foliar individual dos folíolos, todas leituras foram tabuladas em planilha eletrônica, sendo o fator de forma “f” adquirido por meio de regressão linear entre a área foliar obtida por meio do produto do comprimento e largura dos folíolos e a área foliar obtida por meio de integrador. O índice de área foliar (IAF) foi determinado conforme descrito na equação 2 (OLIVEIRA; SILVA 1990).

$$IAF = \frac{Af}{At} \quad (2)$$

Onde:

Af é a área foliar (m²)

At é área de solo ocupada de terreno (m²)

A área ocupada de terreno (At) foi considerada como sendo 0,35 m², que corresponde ao espaço formado entre os fios de arame que tutoram a cultura (localizados em lados opostos da linha de cultivo e paralelo entre si) e o espaçamento entre plantas dentro da linha de cultivo, formando uma área com espaçamento de 0,5m entre fios e 0,7 m entre plantas.

Junto as linhas em cada época de poda foram instalados um tubo solarímetro, destinado a medir a radiação solar refletida pela cultura, localizados a 0,6m acima do dossel. Um quarto tubo solarímetro foi instalado na primeira época, para realizar leituras da radiação solar global incidente sobre o pomar, estando localizado a 0,75m do dossel.

Para armazenar os dados foram instalados no pomar dois sistemas de aquisição de dados, marca Campbell Scientific, modelos 21X e CR1000,

programados para realizarem leituras a cada segundo e armazenarem os valores médios de uma hora, alimentados por uma bateria recarregada por painel solar.

A determinação da eficiência na conversão de radiação solar em massa seca foi baseada no modelo de Monteith (1977), onde a produção de fitomassa é o produto do acumulado de radiação fotossinteticamente ativa interceptada pela eficiência de conversão dessa radiação em massa seca (ϵ_b). Pode-se estimar a eficiência de conversão de radiação solar, por meio da relação entre produção de massa seca e o acumulado de RFA, por meio da equação 1.

$$\epsilon_b = \frac{PMS}{RFA_i} \quad (1)$$

Onde:

PMS é a produção de massa seca de frutos (g m^{-2});

RFA_i é a radiação solar fotossinteticamente ativa incidente (MJ m^{-2});

ϵ_b é a eficiência de conversão da radiação RFA_i em massa seca produzida (g MJ^{-1}).

Estabeleceu-se como parâmetro para início do acúmulo de RAF a escala fenológica da cultura conforme descrita por Hussain et al. (2016), a fase fenológica escolhida como referência foi de baga verde, devido ser a primeira fase de formação dos frutos. A fenologia foi acompanhada do início ao término do experimento, sendo realizadas avaliações três vezes por semana. A RFA foi estimada com base na radiação solar global, segundo Assis e Mendez (1989), em trabalho realizado na estação agroclimatológica de Pelotas, a RFA representa uma fração de 47% da Rs.

Para a determinação da produção de massa seca dos frutos (PMS). Para a obtenção da produção de massa seca em gramas por metro quadrado, foi considerado como sendo a área ocupada por cada planta um quadrado de 2,5 x 0,7m que é o espaçamento entre linhas e plantas, o que corresponde a 1,75m².

Os dados do experimento foram submetidos à análise de variância, e quando constatada significância foi realizado o agrupamento de médias pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No decorrer do ciclo foi observado uma precipitação acumulada de 623,5mm para todas as épocas. Para o período que se compreendeu a realizaram os cálculos

de ϵb , a radiação solar diária incidente variou de 3,07 a 31,47 MJ m⁻² d⁻¹, respectivamente para os dias 24 de outubro e 19 de dezembro de 2016.

A eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa (ϵb) em produção de frutos das plantas que receberam poda no dia 18/jul (primeira época) foi de 0,27g MJ⁻¹ não diferiu da poda efetuada no dia 10/ago (segunda época ou época normal), que apresentou ϵb de 0,24g MJ⁻¹, mas superou os 0,20g MJ⁻¹ de ϵb apresentados pelas plantas podadas mais tardiamente em 01/set (terceira época) (Tabela 1). Esse índice indica que plantas de amora-preta podadas mais tardiamente, em setembro, necessitarão interceptar maior quantidade de energia radiante para produzir a mesma unidade de massa seca de frutos do que plantas que receberam poda em julho, antes do período normal. As épocas 2 e 3 apresentaram ϵb equivalentes (Tabela 1) e, da mesma forma, não foi observado diferenças estatísticas entre as intensidades de poda.

Não foram encontrados dados na literatura especificamente com amora-preta para que se possa comparar com os valores obtidos nesta pesquisa. Contudo os valores observados para as três épocas e as duas intensidades de poda são inferiores aos encontrados para videira manejada em espaldeira para a região do Submédio do Vale São Francisco, onde se observaram uma ϵb de 1,64g MJ⁻¹, com a poda realizada no dia 15 de agosto (MOURA et al., 2015).

A produção de massa seca dos frutos (PMS) diferiu estatisticamente entre as épocas de poda, entretanto não ocorreu interação com a intensidade de poda para esta variável (Tabela 2). A primeira e segunda épocas poda se mostraram semelhantes, contudo a terceira época diferiu da primeira época, apresentando a menor média sendo está 22% menor a primeira época. Assim como ocorreu com a ϵb , não se observou interação entre as intensidades de poda com a variável PMS.

O baixo desempenho da terceira época para PMS e ϵb , em relação às outras épocas, pode ser atribuído ao período em que essa foi realizada, uma vez que esta pode ser considerada uma poda tardia, o que pode ter acarretado em menor tempo para acumular reservas e produzir. Isso corrobora com Campagnolo e Pio (2012) que, ao estudar o efeito de diferentes épocas de poda sobre a produtividade da amora-preta para a região oeste do Paraná em sistema agroecológico, verificaram que as podas tardias prejudicam o desempenho produtivo da cultura.

Tabela 3. Eficiência de conversão de radiação solar em massa seca (ϵb) e produção de massa seca de frutos (PMS) para amora-preta ‘Tupy’ submetida a três épocas de poda: 18/jul, 10/ago e 01/set de 2016.

Épocas de poda	ϵb (g MJ)	PMS (g m ⁻²)
18/Jul	0,27 a	181,30 a
10/Ago	0,24 ab	164,83 ab
01/Set	0,20 b	142,24 b
Intensidade de poda		
Curta	0,24 ^{NS}	164,68 ^{NS}
Longa	0,23	160,90
CV%	20,82	20,05

Médias não seguidas pela mesma letra em minúscula na coluna diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade do erro. NS – não significativo.

A época de realização da poda interferiu de forma significativa na quantidade de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) recebida durante o ciclo, sendo superior nas plantas podadas mais tardiamente, em setembro, em ambas as intensidades de poda, com destaque para poda longa desta época que obteve o maior acumulado do experimento (Tabela 3). Para as outras duas épocas o comportamento se mostrou alternado, de modo que para a primeira época de poda apresentou o segundo maior valor para a intensidade curta, enquanto que para a segunda época de poda a intensidade longa obteve o segundo maior acumulado (Tabela 3). Esses resultados indicam que, para aumentar o acúmulo de RFA durante o ciclo da amora-preta, deve-se utilizar poda curta quando a poda for antecipada (julho), porém a partir da época normal (agosto) a poda longa proporciona maior acúmulo dessa energia (Tabela 3).

Para a variável IAF ocorreu interação entre as épocas e intensidades de poda, de modo que a maior média foi obtida pela terceira época intensidade longa, contudo esta não diferiu estatisticamente da segunda época para ambas as intensidades de poda (Tabela 3). Nessa tabela é possível observar que o IAF das plantas que receberam poda curta superou o IAF das plantas com poda longa quando essa prática foi realizada antecipadamente (julho) ou em época normal (agosto), mas não diferiu quando a poda foi realizada mais tardiamente (setembro).

Tabela 4. Radiação fotossinteticamente ativa acumulada durante o ciclo (RFA) e índice de área foliar (IAF) para amora-preta 'Tupy' submetida a três épocas de poda: 18/jul, 10/ago e 01/set de 2016.

Épocas de poda	RFA (MJ m ⁻²)		IAF	
	Curta	Longa	Curta	Longa
18/Jul	680,16 aB	673,62 bC	3,51 aB	2,49 bB
10/Ago	676,25 bC	694,13 aB	4,651 aA	3,26 bA
01/Set	699,24 bA	718,00 aA	3,38 aB	3,32 aA
CV %	2,33		20,15	

Médias não seguidas pela mesma letra em minúscula na linha e maiúscula na coluna diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade do erro.

O período de colheita apresentou duração de 39 dias para todos os tratamentos, sendo realizada em média uma colheita a cada três dias, totalizando 12 colheitas.

O peso médio dos frutos não apresentou interação entre as épocas de poda, entretanto ele diferiu estatisticamente entre as intensidades, sendo que a poda curta apresentou o maior peso médio com 6,22g diferindo da poda longa que apresentou um peso médio de 5,77g (Tabela 4). Estes valores são superiores aos encontrados no município Santa Helena, PR, onde se obteve um peso médio de 5,3g (CAMPAGNOLO; PIO, 2012); e para a região de Pelotas, RS, onde se obteve um peso médio de 4,18g (ANTUNES et al., 2010) ambos os experimentos manejados em sistema agroecológico com cv. Tupy. Entretanto estes valores foram inferiores aos encontrados para cv. Tupy nas regiões de Pelotas, RS, com 7,5g de peso médio (FERREIRA et al., 2016), São Manuel, SP, com valores de 8,17 g (LEONEL; SEGANTINI, 2015), Lavras, MG, com 8,6g (CURI et al., 2015).

Conforme pode ser observado na Tabela 4, a produção por planta não diferiu entre as épocas e entre as intensidades de poda. Os valores de produção por planta obtidos para a primeira época de poda (18/jul) foram superiores aos relatados para poda realizada no mês de julho para a região de São Manuel, SP, que obtiveram produção de 2,01kg pl (LEONEL; SEGANTINI, 2015); enquanto que para poda realizada em 05/jul no município de Marechal Cândido Rondon, PR, a produção relatada foi de 0,938kg pl (CAMPAGNOLO; PIO, 2012). Para a terceira época (01/set) os valores observados foram inferiores aos obtidos para poda realizada no mês setembro em São Manuel, SP, que apresentou produção de 3,01kg pl (LEONEL; SEGANTINI 2015). A produção por planta obtida neste experimento supera os valores encontrados para região de Pelotas, RS, com valores de 0,899kg

pl (FERREIRA et al., 2016) e 1,149kg pl para cultivo agroecológico (ANTUNES et al., 2010), o mesmo pode ser observado para os valores encontrados para Lavras, MG, onde a produção observada foi de 1,354kg pl (CURI et al., 2015).

Embora a produtividade estimada não tenha diferido estatisticamente entre época e intensidade de poda, vale destacar que em termos relativos as plantas podadas em julho (primeira época) apresentaram produtividade ($14.396,2 \text{ kg ha}^{-1}$) que ultrapassou em 13% aquela obtida pelas plantas podadas mais tardiamente ($12.638,68 \text{ kg ha}^{-1}$), em setembro (Tabela 3). Em comparação com outros trabalhos, a produtividade obtida neste trabalho por amora-preta podada em julho se mostrou acima dos 4.270 kg ha^{-1} obtidos por Campagnolo e Pio (2012) em amora-preta podada em 21/jul, na região de Marechal Cândido Rondon, PR. Ainda, as produtividades da amora-preta cv. Tupy, obtidas nesta pesquisa mostram-se bastante acima daqueles relatados na literatura, como 5.169 kg ha^{-1} para cultivo em sistema agroecológico em Pelotas, RS (ANTUNES et al., 2010), 6.430 kg ha^{-1} para Marechal Cândido Rondon, PR (CAMPAGNOLO; PIO, 2012) e 9.031 kg ha^{-1} para Lavras, MG (CURI et al., 2015), indicando o grande potencial da região para o cultivo dessa cultura.

Tabela 5. Peso médio dos frutos, produção por planta e produtividade estimada para amora-preta cv. Tupy em função da época de poda: um (18/07), dois (08/08) e três (01/09) e intensidade de poda curta e longa para safra 2016/17.

Épocas de poda	Peso médio dos frutos (g)	Produção por planta (Kg)	Produtividade estimada (kg ha^{-1}) ⁽²⁾
18/Jul	6,15 ^{NS}	2,58 ^{NS}	14.396,2 ^{NS}
10/Ago	5,99	2,45	13.984,90
01/Set	5,83	2,21	12.638,68
Intensidade de poda			
Curta	6,22 a	2,486 ^{NS}	14.188,47 ^{NS}
Longa	5,76 b	2,30	13.158,05
CV%	8,20	19,85	19,85

Médias não seguidas pela mesma letra em minúscula na coluna diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade do erro. NS – não significativo.

⁽²⁾ Cálculo considerando espaçamento 2,5 m x 0,7 m, com a densidade de 5.715 plantas hectare.

5.4 CONCLUSÕES

A época de poda afetou a eficiência de conversão da radiação solar em massa seca e produção de massa seca dos frutos, de modo que a poda realizada

em 18 de julho proporciona maior eficiência do que a poda realizada em 1 de setembro.

Plantas de amora-preta podadas em 1 de setembro apresentam a mesma eficiência de conversão da radiação solar em massa seca e produção de massa seca dos frutos, que plantas podadas no período normal (10 de agosto).

A intensidade de poda não afetou a eficiência de conversão da radiação solar em massa seca e a produção de massa seca dos frutos.

A produção por planta e a produtividade estimada não são afetadas pela intensidade e pela época de poda. O peso médio dos frutos foi maior nas plantas que receberam poda curta.

6. CONCLUSÕES GERAIS

A variação diária do albedo mostra-se mais estável em dia ensolarado em comparação com o dia nublado.

O albedo apresenta comportamento inverso em relação ao índice de área foliar da amora-preta cultivada em superfície vegetada nas entrelinhas.

O albedo médio para o ciclo da cultura foi de 0,24 para poda em julho, 0,23 para poda em agosto e 0,21 para poda em setembro.

As fases de baga verde e baga madura são as fases do ciclo da amora preta em que são acumuladas as maiores quantidades de radiação solar.

Plantas podadas em julho apresentam mais tempo para acumular radiação solar durante seu ciclo, enquanto que plantas que receberam poda em setembro acumulam maior saldo de radiação.

A época de poda afetou a eficiência de conversão da radiação solar em massa seca e produção de massa seca dos frutos, de modo que a poda realizada em 18 de julho proporciona maior eficiência do que a poda realizada em 1 de setembro.

Plantas de amora-preta podadas em 1 de setembro apresentam a mesma eficiência de conversão da radiação solar em massa seca e produção de massa seca dos frutos, que plantas podadas no período normal (10 de agosto).

A intensidade de poda não afetou a eficiência de conversão da radiação solar em massa seca e a produção de massa seca dos frutos.

A produção por planta e a produtividade estimada não são afetadas pela intensidade e pela época de poda. O peso médio dos frutos foi maior nas plantas que receberam poda curta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADAMI, M.; HASTENREITER, F.A.; FLUMIGNAN, D.L.; FARIA, R.T. Estimativa de área de folíolos de soja usando imagens digitais e dimensões foliares. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.4, outubro-diciembre, p. 1053-1058, 2008.

ANDRÉ, R.G.B.; MENDONÇA, J.C.; MARQUES, V.S.; PINHEIRO, F.M.A.; MARQUES, J. Aspectos energéticos do desenvolvimento da cana-de-açúcar. Parte 1: balanço de radiação e parâmetros derivados. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p.375-382, 2010.

ANTUNES, L. E. C. Amora-preta: nova opção de cultivo no Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n. 1, p. 151-158, 2002.

ANTUNES, L.E.C.; RASSEIRA, M.C.B. **Aspectos técnicos da cultura da amora-preta**. Pelotas: Embrapa-CPACT, 2004. 54p. (Embrapa, documentos 122).

ANTUNES, L. E. C.; GONÇALVES, E.D; TREVISAN, R. Fenologia e produção de cultivares de amoreira-preta em sistema agroecológico. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.9, p.1929-1933, set. 2010.

ANTUNES, L.E.C.; PEREIRA, I.S.; PICOLOTTO, L.; VIGNOLO, G. K.;GONÇALVES, M.A. Produção de amoreira-preta no Brasil. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p.100-111, mar. 2014.

ATTILIO, L.B.; BOLIANI, A.C.; APARECIDA, M.;TARSITANO, A. Custo de produção de amora-preta em região tropical. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.4, p.1042-1047, 2009.

ASSIS, F.N.; MENDEZ, M.E.G. Relação entre radiação fotossinteticamente ativa e radiação global. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 7, p.797-800, jul. 1989.

AZEVEDO, P.V. de.; TEIXEIRA, A. H. de C.;SILVA, B.B. da;SOARES, J. M.;SARAIVA, F.A.M. Avaliação da reflectancia e do saldo de radiação sobre um cultivo de videira europeia. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 1-7, 1997.

BLAD, B. L.; BACKER, D. G. Reflected radiation from a soybean crop. **Agronomy Journal**, v.64, p.277-280, 1972.

BASSOLS, M. do C. **A cultura da amora-preta**. Pelotas: EMBRAPA/UEPAE de Cascata, 1980. 11p. (Circular Técnica, 4).

BERGAMASCHI, H.; BERGONCI, J.I. As Plantas e o Clima: Princípios e aplicações. Guaíba: Agrolivros, 2017. 352 p.

BELÚCIO, L.P.; SILVA, A.P.N.; SOUZA, L.R.; MOURA, G.B.A. Radiação solar global estimada a partir da insolação para Macapá (AP). **Revista Brasileira de Meteorologia**, Santa Maria, v.29, n.4, p.494 - 504, dez. 2014.

BORGES, V. P.; OLIVEIRA, A. S.; COELHO FILHO, M. A.; SILVA, T. S. M.; PAMPONET, B. M. Avaliação de modelos de estimativa da radiação solar incidente em Cruz das Almas, Bahia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, p. 74-80, 2010.

CARDOSO, L.S.; BERGAMASCHI, H.; COMIRAN, F.; CHAVARRIA, G.; MARODIN, G.A.B.; DALMAGO, G.A.; SANTOS, H.P.; MANDELLI, F. Alterações micrometeorológicas em vinhedos pelo uso de coberturas de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 4, p.441-447, abr. 2008.

CAMPAGNOLO, M.A.; PIO, R. Produção da amoreira-preta 'Tupy' sob diferentes épocas de poda. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 2, p.225-231, fev. 2012.

CARON, B. O.; SOUZA, V.Q.; TREVISAN, R.; BEHLING, A.; SCHMIDT, D.; BAMBERG, R.; ELOY, E. Eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada em fitomassa de mudas de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 36, n. 5, p.833-842, 2012.

CARON, B.O.; SCHIMIT, D.; MANFRON, P. A.; BEHLING, A.; ELOY, E.; BUSANELLO, C. Eficiência do uso da radiação solar por plantas *Ilexparaguariensis* A. ST. HIL. cultivadas sob sombreamento e a pleno sol. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 24, n. 2, p. 257-265, 2014.

CASAROLI, D.; FAGAN, E.B.; SIMON, J.; MEDEIROS, S.P.; MANFRON, P.A.; NETO, D.D.; LIER, Q.J.V. MÜLLER, L.; MARTIN, T.M. Radiação solar e aspectos fisiológicos na cultura de Soja - uma revisão. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 14, n. 2, p.102-120, 2007.

CORREIA, F.W.S.; ALVALÁ, R.C. DOS S.; GIELOW, R.; MANZI, A.O.; SOUZA, A. de. Albedo do Pantanal Sul Matogrossense durante o período de transição seco – úmido de 2001 – 2002. In: **Congresso Brasileiro de Meteorologia**, 12, 2002 Foz do Iguaçu – PR.

CURI, P. N.; PIOI R.; MOURA P. H. A.; TADEU M. H.; NOGUEIRA P. V.; PASQUAL M. Produção de amora-preta e amora-vermelha em Lavras - MG. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 8, p.1368-1374, ago. 2015.

FERREIRA, D.S.; ROSSO, V.V.; MERCADANTE, A.Z. Compostos bioativos presentes em amora preta (*Rubus* spp.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.32, n.3, p.664-674, 2010.

FERREIRA, L.V.; PICOLOTTO, L.; COCCO, C.; FINKENAUER, D.; ANTUNES, L.E.C. Produção de amoreira-preta sob diferentes sistemas de condução. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 46, n. 3, p.421-427, mar. 2016.

FONSECA, E.L; SILVEIRA, V.C.P.; SALOMONI, E. Eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa incidente em biomassa aérea da vegetação campestre natural no bioma Campos Sulinos do Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 36, n. 2, p.656-659. 2006.

FIETZ, C.R.; FISCH, G.F. Avaliação de modelos de estimativa do saldo de radiação e do método de Priestley-Taylor para a região de Dourados, MS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 4, p.449-453, 2009.

FRANÇA, S.; ROSA, L.M.G; BERGAMASCHI, H.; NABINGER, C.; SPANENBERG, P. Radiação fotossinteticamente ativa e sua relação com a radiação solar global em dossel de alfafa em função do índice de área foliar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.2, p.147-153, 1997.

GONÇALVES, E.D.; ZAMBON, C.R.; SILVA, D.F.; SILVA, L.F.O.; Pio, R.; ALVARENGA, A.A.; CAPRONI, C.M. **Implantação, manejo e pós-colheita da amoreira-preta**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2011.5p. (Circular Técnica, 140).

HEINEMANN, A.B.; Stone, L.F.; Didonet, A.D.; et al. Eficiência de uso da radiação solar na produtividade do trigo decorrente da adubação nitrogenada. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 10, n. 2, p.352-356, 2006.

HUSSAIN, I.; ROBERTO, S. R.; FONSECA, I. C. B.; ASSIS, A. M.; KOYAMA, R.; ANTUNES, L. E. C. Phenology of 'Tupy' and 'Xavante' blackberries grown in a subtropical area. **Scientia Horticulturae**, v. 201, p.78-83, mar. 2016. DOI: 10.1016/j.scienta.2016.01.036.

JACQUES, A.C.; PERTUZATTI, M.T.B.; RUI, C.Z.; CHIM, J.F. Estabilidade de compostos bioativos em polpa congelada de amora-preta (*Rubus fruticosus*) cv. 'Tupy'. **Química Nova**, v.33, n.8, p.1720-1725, 2010.

JACQUES, A.C.; ZAMBIAZI, R.C. Fitoquímicos em amora-preta (*Rubus* sp.). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 245-260, 2011.

LEONEL, S.; SEGANTINI, D.M. Épocas de poda para a amoreira-preta cultivada em região subtropical. **Irriga: Brazilian journal of irrigation and drainage**, Botucatu, v. 1, n. 1, p.248-256, maio 2015.

KUSHARI, B.; KANITPONG, K. Surface Albedo of Bangkok Roads. **Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies**, Vol.8, 2011.

MONTEITH, J. L. Climate and the efficiency of crop production in Britain. **Proceedings of the Royal Society of London**, London, v. 281, p. 277-294, 1977.

MOURA, M.S.B.; RÔMULO, A.M.S.; LEIDE, D.S. O.; PATRICIA, C.S.L.; LUCIANA, S.B.S. Eficiência do uso da radiação e da água para videira de vinho cv. Syrah em diferentes sistemas de condução no Submédio do Vale São Francisco. In: **XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**. 2015, Lavras, MG.

OLIVEIRA, F.A.; SILVA, J.J.S. Evapotranspiração, índice de área foliar e desenvolvimento radicular do feijão irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.25, n.3, p.317-322, mar.1990.

PEREIRA, A.R.; ANGELOCCI, L.R.; SENTELHAS, P.C. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 478 p.

PAGOT, E.; SCHNEIDER, E. P.; NACHTIGAL, J.C.; CAMARGO D. A. **Cultivo da Amora-preta**. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2007. 11p. (Circular Técnica, 75)

PIO, R.; ALVARENGA, A. A.; MOURA, P. H. A.; CURI, P. N. Produção de amora-preta e framboesa em regiões de clima quente. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.33, n.268, p.46-55, 2012.

POLING, E.B. Blackberries. **Journal of Small Fruit and Viticulture**, v.14, n.1-2, p.38-69. 1996.

QUERINO, C.A.S.; MOURA, M.A.L.; QUERINO, J.K.A.S. Impacto do desmatamento de uma área de mangue no albedo superficial. **Revista Brasileira de Meteorologia**, Santa Maria, v. 28, n. 4, p.401-408, 2013.

RASEIRA, M. do C. B.; FRANZON, R. C. Melhoramento genético e cultivares de amora-preta e mirtilo. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.33, n.268, p.11-20, 2012.

RASEIRA, M. C. B.; SANTOS, A. M.; BARBIERI, R. L. Classificação botânica, origem e cultivares. EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. **Sistema de produção da amoreira-preta**. Pelotas, 2008.

RADÜNZ, A. L.; SCHÖFFEL, E.R.; HALLAL, M.O.C.; BRIXNER, G.F. Efeito da época de poda e da desfolha na interceptação de radiação solar na videira Bordô. **Bragantia**, Campinas, v. 72, n. 4, p.403-407, dez. 2013.

SANQUETTA, C.R.; BEHLING, A.; CORTE, A.P.D.; CADORI, G.C.; JUNIOR, S.C.; MACEDO, J.H.P. Eficiência de conversão da radiação fotossintética interceptada em Fitomassa de mudas de *Eucalyptus dunii* Maiden em função da densidade de plantas e do ambiente de cultivo. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 42, n. 104, p.573-580, dez. 2014.

SEGANTINI, D.M.; LEONEL, S.; CUNHA, A.R.; FERRAZ, R.A.; Exigência térmica e produtividade da amoreira-preta em função das épocas de poda. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 36, n. 3, p.568-575, jul. 2014.

SILVA, B.B.; BRAGA, A.C.; BRAGA, C.C. Balanço de radiação no perímetro irrigado São Gonçalo – PB mediante imagens orbitais. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 3, n. 24, p.145-152, jul. 2011.

SILVEIRA, T. M. T.; RASEIRA, M.C.B.; COUTO, M.; EINHARDT, P. Necessidade em horas de acúmulo de frio em três cultivares de amoreira-preta. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 16, 2007, cidade de realização. **Anais...** Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2007.

SOUZA, J.L.; ESCOBEDO, J.F.; TORNERO, M.T.T. Albedo e estimativas do saldo de radiação em feijão-vagem sob cobertura de plástico e ambiente externo.

Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 34, n. 10, p.1763-1774, out. 1999.

SOUZA, P.J.O.P.; RIBEIRO, A.; ROCHA, E.J.P.; LOUREIRO, R.S.; BISPO, C.J.C.; SOUSA, A.M.L. Albedo da cultura da soja em área de avanço da fronteira agrícola na Amazônia. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 1, p.65-73, 2010.

SCHAKER, P.D.C; ANTONIOLLI, L.R. Aspectos econômicos e tecnológicos em pós-colheita de amoras-pretas (*Rubus* spp). **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.15, n.14, p.11-15, jan./ dez.2009.

TAIZ, L.; ZIEGER, E. **Fisiologia vegetal**. Trad. SANTARÉM, E. R. et al., 3º ed., Porto Alegre: Artemed, 2004. 719p.

VOLK, G. M.; OLMSTEAD, J. W.; FINN, C. E.; JANICK, J. The ASHS Outstanding Fruit Cultivar Award: A 25-year Retrospective. **Hortscience**, Alexandria, v. 48, n. 1, p. 4-12, 2013.