

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
CAMPUS DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA - MESTRADO**

LÍVIA MARIA LEMOS HOEPERS

**CRESCIMENTO DE CULTIVARES DE SALSA (*Petroselinum crispum*)
EM CONDIÇÕES DE SOMBREAMENTO E A PLENO SOL**

**MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ
2017**

LÍVIA MARIA LEMOS HOEPERS

**CRESCIMENTO DE CULTIVARES DE SALSA (*PETROSELINUM CRISPUM*)
EM CONDIÇÕES DE SOMBREAMENTO E A PLENO SOL**

Dissertação apresentada à
Universidade Estadual do Oeste do
Paraná, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Agronomia, para obtenção do título de
Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Élcio Silvério
Klosowski
Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Marcia de
Moraes Echer

MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PARANÁ

2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca da UNIOESTE – Campus de Marechal Cândido Rondon – PR., Brasil)

H694c	<p>Hoepers, Livia Maria Lemos Crescimento de cultivares de salsa (<i>Petroselinum crispum</i>) em condições de sombreamento e a pleno sol / Livia Maria Lemos Hoepers. – Marechal Cândido Rondon, 2017. 50 f.</p> <p>Orientador: Dr. Elcio Silvério Klosowski Coorientadora: Dr^a. Marcia de Moraes Echer</p> <p>Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, 2017.</p> <p>1. Salsa (Planta). 2. Horticultura. I. Klosowski, Elcio Silvério. II. Echer, Marcia de Moraes. III. Título.</p> <p>CDD 22.ed. 635.7 641.357 CIP-NBR 12899</p>
-------	--

Ficha catalográfica elaborado por Marcia Elisa Sbaraini Leitzke CRB-9/539



unioeste

Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Campus de Marechal Cândido Rondon - CNPJ 78680337/0003-46

Rua Pernambuco, 1777 - Centro - Cx. P. 91 - <http://www.unioeste.br>

Fone: (45) 3284-7878 - Fax: (45) 3284-7879 - CEP 85960-000

Marechal Cândido Rondon - PR.



PARANÁ
GOVERNO DO ESTADO

LÍVIA MARIA LEMOS HOEPERS

Crescimento de cultivares de salsa (*Petroselinum crispum*) em condições de sombreamento e a pleno sol

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia em cumprimento parcial aos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração Produção Vegetal, linha de pesquisa Sistemas de Produção Vegetal Sustentáveis, APROVADO(A) pela seguinte banca examinadora:

Elcio S. Klosowski

Orientador(a) - Elcio Silvério-Kłosowski

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon
(UNIOESTE)

Roberto Rezende

Roberto Rezende

Universidade Estadual de Maringá (UEM)

Cláudio Yuji Tsutsumi

Cláudio Yuji Tsutsumi

Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus de Marechal Cândido Rondon
(UNIOESTE)

Marechal Cândido Rondon, 3 de março de 2017

A meus pais, que são o alicerce que me impulsionou a chegar até aqui e me faz alçar voos mais altos e distantes, e ao meu sobrinho, Daniel Hoepers Cruz, amor da minha vida, por tornar meus dias mais leves e cheios de alegria,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me guiar a cada passo, por preencher o vazio da minha alma e me salvar de mim mesma, me guiando a cada passo com o maior amor que já existiu não tenho como agradecer.

À Fundação CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior pela concessão da bolsa.

À UNIOESTE, pela oportunidade de obter este título tão importante em minha carreira.

Ao meu orientador Prof. Dr. Élcio Silvério Klosowski por partilhar seu conhecimento, tempo e dedicação em prol da minha formação.

À professora Dra. Marcia de Moraes Echer, pelas contribuições ao trabalho.

A meus pais, José Hoepers e Ivete Lemos Hoepers pelo amor e apoio incondicional, além de todo o sacrifício que fizeram para que esse momento se concretizasse e eu conseguisse chegar até aqui.

Ao professor Claudio Yuji Tsutsumi, pela paciência e amizade durante todo o tempo em que estive na UNIOESTE, pelo conhecimento científico e geral compartilhado nesse período.

Às secretárias do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Marciane e Leila, externo meus agradecimentos por todo o auxílio.

À amiga Cecília Gonçalves, pela ajuda em toda a etapa de campo e escrita do trabalho, muito obrigada.

Agradeço a compreensão e apoio dos meus queridos amigos Anderson Luis Heling, Aramis de Freitas, Eloísa Lorenzetti, Jeferson Carlos Carvalho, Lucas Guilherme Bulegon, Maressa Cordeiro da Silva, Nicanor Pilarski Henkemeier e Pablo Coutinho pelo apoio, carinho, amizade, compreensão, críticas, amo vocês.

Aos professores, amigos e colegas que participaram direta ou indiretamente dessa conquista, muito obrigada a todos!

*“E sabemos que todas as coisas contribuem
juntamente para o bem daqueles que amam a
Deus, daqueles que são chamados segundo o
seu propósito.”
(Romanos 8:28)*

RESUMO

HOEPERS, Livia Maria Lemos, Engenheira agrônoma, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Março – 2017. **Crescimento de cultivares de salsa (*Petroselinum crispum*) em condições de sombreamento e a pleno sol.** Orientador: Élcio Silvério Klosowski. Coorientadora: Marcia de Moraes Echer

A salsa é um cultura conhecida no Brasil e em países de todo o mundo como condimento utilizado na culinária tanto de forma fresca quanto desidratada. Por ser uma cultura proveniente da região Mediterrânea, a salsa apresenta dificuldades em seu desenvolvimento em regiões de clima quente, ou épocas com temperaturas elevadas em regiões produtoras. Busca-se, na agricultura, melhorar o desempenho de plantas cultivadas em condições adversa, aumentando assim sua produtividade e rendimento em relação ao seu destino final no comércio. Na olericultura, uma das práticas utilizadas é a utilização de cobertura para reduzir a radiação solar direta sobre o dossel das plantas, e, assim, reduzir a temperatura nesse ambiente, melhorando as condições ambientais para o crescimento das plantas. Desta forma, este trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento de plantas de duas variedades de salsa cultivadas sob duas condições de sombreamento e a pleno sol nos períodos de primavera, outono e inverno. Os experimentos foram conduzidos de outubro de 2015 a dezembro de 2015 (primavera), março a maio de 2016 (outono) e junho a agosto de 2016 (inverno), em delineamento de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas com análise conjunta dos ambientes. Foram efetuadas seis análises após o transplante, com intervalo de dez dias entre elas, a fim de obter-se o comportamento das curvas do crescimento vegetal. As plantas foram avaliadas em relação à altura de plantas, massa seca de parte aérea, massa seca de folhas, área foliar, área foliar específica, razão de área foliar, taxas de crescimento absoluto e relativo e taxa assimilatória líquida, além da produtividade. Verificou-se que as plantas cultivadas sob tela preta, na época de primavera, apresentaram maior área foliar, o que foi causado pelo sombreamento. A massa seca das plantas nessa condição foram as menores em relação aos outros ambientes testados. Isso prova a interferência do sombreamento no cultivo durante a primavera. Houve diferença significativa entre as cultivares, sendo que Lisa Comum destacou-se nos cultivos em todas as épocas testadas. Os maiores valores médios de produtividade foram alcançados pelas plantas cultivadas no inverno, destacando-se as plantas cultivadas a pleno sol. Caso o objetivo da produção seja a comercialização das plantas *in natura*, a melhor opção de cultivo, no período de inverno, é a pleno sol. Nos períodos de primavera e outono, o uso da tela preta é eficiente na produção de plantas com maior massa fresca de parte aérea.

Palavras-chave: Telados. Produtividade. Épocas do ano.

ABSTRACT

HOEPERS, Livia Maria Lemos, Agronomist, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, March – 2017. **Growth of parsley (*Petroselinum crispum*) cultivars under shade conditions and full sun.** Advisor: Élcio Silvério Klosowski. Co-advisor: Marcia de Moraes Echer.

Parsley is a culture known in Brazil and in countries around the world as a condiment used in cooking both fresh and dehydrated. Because it is a culture from the Mediterranean region, the parsley presents difficulties in its development in regions of hot weather, or times with high temperatures in producing regions. It is sought in agriculture to improve the performance of plants grown under adverse conditions, thus increasing their productivity and yield relative to their final destination in trade. In the horticulture, one of the practices used is the use of cover to reduce the direct solar radiation on the canopy of the plants, and, thus, to reduce the temperature in that environment, improving the environmental conditions for the growth of the plants. In this way, the objective of this work was to evaluate the growth of plants of two varieties of parsley cultivated under two conditions of shade and at full sun in the spring, autumn and winter periods. The experiments were conducted in the period from October 2015 to December 2015 (spring), March to May 2016 (autumn) and June to August 2016 (winter), in a randomized block design in a split plot scheme with Analysis of environments. The treatments consisted of two cultivars (Graúda Portuguesa and Lisa Comum) and two types of shading (black screen and thermo-reflective screen, both at 50%) and full sun. Six analyzes were performed after transplanting, with a ten-day interval between them, in order to obtain the behavior of the plant growth curves. The plants were evaluated in relation to plant height, dry shoot mass, leaf dry mass, leaf area, leaf area ratio, absolute and relative growth rates and net assimilation rate, as well as productivity. It was verified that the plants cultivated under black screen, in the spring season, presented larger leaf area, which was caused by shading. The dry mass of the plants in this condition were the lowest in relation to the other tested environments. This proves the interference of shading in cultivation during the spring. There was a significant difference between the cultivars, being that Lisa Common was outstanding in the crops in all the times tested. The highest values of average productivity were reached by the plants cultivated in the winter, standing out the plants grown in full sun. If the objective of the production is the commercialization of the plants *in natura*, the best option of cultivation, in the winter period, is the full sun. In the spring and autumn periods, the use of the black screen is efficient in the production of plants with higher fresh shoot mass.

Keywords: Loaded. Productivity. Seasons of the year.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Produção de mudas de salsa aos 15 (A) e aos 22 (B) dias após a semeadura no período de inverno em Marechal Cândido Rondon (PR).....	12
Figura 2, Avaliação de salsa no ambiente a Pleno Sol aos 60 DAT no período de Inverno em Marechal Cândido Rondon (PR),	13
Figura 3. Área foliar ($\text{dm}^2 \text{m}^{-2}$) de salsa lisa sob telas de sombreamento e a pleno sol nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016	16
Figura 4. Altura (cm) de salsa lisa sob telas de sombreamento e a pleno sol nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016	17
Figura 5. Massa Seca de Parte Aérea (g m^{-2}) de salsa lisa sob telas de sombreamento e a pleno sol nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016	18
Figura 6. Razão de Área Foliar - RAF ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) de salsa lisa sob telas de sombreamento e a pleno sol nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016	20
Figura 7. Área Foliar Específica - AFE ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) de salsa lisa sob telas de sombreamento e a pleno sol nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016	21
Figura 8. Taxa Assimilatória Líquida - TAL ($\text{g dm}^{-2} \text{dia}^{-1}$) de salsa lisa sob telas de sombreamento e a pleno sol nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016.....	22
Figura 9. Massa Seca de Folhas (g m^{-2}) de salsa lisa sob telas de sombreamento e a pleno sol nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016.....	25
Figura 10. Taxa de Crescimento Relativo – TCR ($\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$) de salsa lisa sob telas de sombreamento e a pleno sol nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016.....	26
Figura 11. Taxa de Crescimento Absoluto - TCA (g dia^{-1}) de salsa lisa sob telas de sombreamento e a pleno sol nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016.....	27
Figura 12. Área Foliar ($\text{dm}^2 \text{m}^{-2}$) de cultivares de salsa (Lisa Comum e Graúda Portuguesa) nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016	30
Figura 13. Altura (cm) de cultivares de salsa (Lisa Comum e Graúda Portuguesa) nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016	31
Figura 14. Número de folhas por m^2 de cultivares de salsa (Lisa Comum e Graúda Portuguesa) nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016	32

Figura 15. Área Foliar Específica ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) de cultivares de salsa (Lisa Comum e Graúda Portuguesa) nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016	34
Figura 16. Razão de Área Foliar ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) de cultivares de salsa (Lisa Comum e Graúda Portuguesa) nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016	35
Figura 17. Massa Seca de Folhas (g m^{-2}) de cultivares de salsa (Lisa Comum e Graúda Portuguesa) nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016	36
Figura 18. Taxa de Crescimento Relativo – TCR ($\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$) de cultivares de salsa (Lisa Comum e Graúda Portuguesa) nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016.....	37
Figura 19. Taxa Assimilatória Líquida – TAL ($\text{g DM}^{-2} \text{dia}^{-1}$) de cultivares de salsa (Lisa Comum e Graúda Portuguesa) nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016.....	38
Figura 20. Taxa de Crescimento Absoluto – TCA (g dia^{-1}) de cultivares de salsa (Lisa Comum e Graúda Portuguesa) nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016.....	39
Figura 21. Massa Seca de Parte Aérea (g m^{-2}) de cultivares de salsa (Lisa Comum e Graúda Portuguesa) nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016	40
Figura 22. Precipitação Pluvial (mm), Temperaturas máxima, média e mínima do ar ($^{\circ}\text{C}$) e Umidade Relativa do Ar (%) diária entre os meses de outubro e dezembro de 2015, Marechal Cândido Rondon (PR)	48
Figura 23. Precipitação Pluvial (mm), Temperaturas máxima, média e mínima do ar ($^{\circ}\text{C}$) e Umidade Relativa do Ar (%) diária entre os meses de março e maio de 2016, Marechal Cândido Rondon (PR).....	48
Figura 24. Precipitação Pluvial (mm), Temperaturas máxima, média e mínima do ar ($^{\circ}\text{C}$) e Umidade Relativa do Ar (%) diária entre os meses de junho e agosto de 2016, Marechal Cândido Rondon (PR).....	49
Figura 25. Radiação Solar (kJ m^{-2}) diária entre os meses de outubro e dezembro de 2015, Marechal Cândido Rondon (PR)	49
Figura 26. Radiação Solar (kJ m^{-2}) diária entre os meses de março e maio de 2016, Marechal Cândido Rondon (PR)	50
Figura 27. Radiação Solar (kJ m^{-2}) diária entre os meses de junho e agosto de 2016, Marechal Cândido Rondon (PR)	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Estimativas de ET_0 e ET_c (mm) para as condições de Marechal Cândido Rondon, PR, nos períodos de outubro a dezembro de 2015, março a maio de 2016 e junho a agosto de 2016.....	11
Tabela 2. Produtividade de salsa lisa em função dos ambientes com tela preta, tela termorrefletora e a pleno sol nos experimentos de Primavera, Outono e Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016	28
Tabela 3. Produtividade de cultivares de salsa lisa nos experimentos de Primavera, Outono e Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016	41
Tabela 4. Equações de ajuste das variáveis MS, AF e Altura de Plantas, de cultivares de salsa lisa em função do tempo para os ambientes com tela preta, tela termorrefletora e a Pleno sol, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016	47
Tabela 5. Equações de ajuste das variáveis MS, AF e Altura de Plantas, de cultivares de salsa (Graúda Portuguesa e Lisa Comum) em função do tempo, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016.....	47

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1 A CULTURA DA SALSA	3
2.1.1 Família Apiaceae.....	3
2.1.2 Importância econômica	3
2.1.3 Características botânicas	4
2.1.4 Cultivares	4
2.1.5 Características Gerais.....	4
2.2 SOMBREAMENTO EM HORTALIÇAS.....	5
2.3 TIPOS DE TELAS DE SOMBREAMENTO	5
2.4 EFEITOS DO SOMBREAMENTO EM HORTALIÇAS	6
2.5 ANÁLISE DE CRESCIMENTO	7
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1 CARACTERÍSTICAS DOS EXPERIMENTOS	9
3.1.1 Local.....	9
3.1.2 Delineamento experimental.....	9
3.1.3 Tratamentos	9
3.1.4 Implantação dos experimentos.....	10
3.1.5 Irrigação	10
3.1.6 Tratos culturais.....	11
3.2 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS	12
3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	15
4.1 AMBIENTES	15
4.2 CULTIVARES	29
5. CONCLUSÕES.....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
APÊNDICE A – TABELAS.....	47
APÊNDICE B – DADOS CLIMATOLÓGICOS.....	48

1. INTRODUÇÃO

É crescente a demanda de alimentos em todas as partes do mundo, no entanto, as áreas agricultáveis possuem um aumento restrito, necessitando a utilização de maior tecnologia para que o processo produtivo seja otimizado. O ambiente protegido, seja por plástico, vidro, ou ainda telas de sombreamento, tornou-se um sistema muito utilizado na horticultura, em decorrência da demanda de produtos de qualidade durante todo o ano. Além disso, a modificação do ambiente de produção torna possível uma maior diversificação das atividades exercidas pelos agricultores, contribuindo para o aumento de suas fontes de renda (SANTANA, 2009).

A salsa (*Petroselinum crispum*), assim como outras hortaliças folhosas, é favorecida por temperaturas entre 15 e 25 °C, e é produzida e consumida em grande parte do país (FILGUEIRA, 2008). Devido a sua sensibilidade a altas temperaturas, a oferta desta nos meses mais quentes do ano é reduzida. Em regiões ou épocas com temperaturas elevadas, a salsa apresenta subdesenvolvimento de suas folhas, plantas mais baixas, firmes, e menor qualidade no rebrote, sendo que, por vezes, este não chega a ocorrer devido à seca do local de corte do talo.

A salsa é uma cultura de grande importância para os olericultores da região Oeste do Paraná, em virtude de seu amplo consumo, principalmente como cheiro-verde. Essa cultura representa parte da renda de agricultores cujo faturamento depende, exclusivamente, da produção hortícola.

As telas de sombreamento são consideradas uma opção para a redução da radiação solar incidente diretamente sobre a cultura, resultando em redução da temperatura e manutenção da umidade relativa do ar, tendo em vista a adaptação do ambiente às necessidades da planta.

Estudos vêm sendo realizados utilizando cobertura com telas de sombreamento, comprovando a influência da alteração da luminosidade sobre as características de crescimento e produtividade da salsa, e de outras plantas condimentares e medicinais.

As telas pretas proporcionam sombreamento uniforme, reduzindo a incidência de radiação solar direta sobre as plantas, o que se associa à redução da fotorrespiração (COSTA et al., 2011). Já as telas termorrefletoras, além de reduzir a radiação direta, aumentam a eficiência da fotossíntese através da disponibilidade de luz difusa no ambiente, reduzindo a necessidade do alongamento da superfície fotossintetizante das plantas para que haja eficácia no processo de produção de fotoassimilados (RICARDO et al., 2014).

Estas telas têm o objetivo de reduzir ou alterar a radiação incidente e, conseqüentemente, a temperatura dos ambientes de produção, proporcionando melhores condições ao desenvolvimento das plantas. A utilização dessas na horticultura se dá com

sucesso em várias culturas folhosas, como agrião (HIRATA e HIRATA, 2015), rúcula (COSTA et al, 2011), alface (AQUINO et al, 2007; RICARDO et al, 2014; NEVES et al, 2016), salsa (NOHAMA et al, 2011; BRAGA et al, 2013), entre outras.

O emprego das telas em hortaliças objetiva também ser uma alternativa de menor custo, em relação ao cultivo em ambiente protegido por cobertura plástica, visando manter a oferta de produtos de qualidade durante todo o ano, mesmo em regiões ou épocas de clima desfavorável (RICARDO et al., 2014).

Face ao exposto e considerando-se os poucos estudos desenvolvidos utilizando sombreamento na cultura da salsa, este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento de plantas de duas variedades de salsa cultivadas sob duas condições de sombreamento e a pleno sol nos períodos de primavera, outono e inverno.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DA SALSA

2.1.1 Família Apiaceae

Com cerca de 400 gêneros e 4.000 espécies, a família Apiaceae é considerada uma das maiores famílias de Angiospermas. Anteriormente conhecida como Umbelliferae, em virtude da disposição das flores se dar em umbela. A maior parte das plantas dessa família são aromáticas. As flores são pequenas, pentâmeras e com simetria radial. Mais da metade das espécies apresentam dimorfismo nas flores. A atração dos insetos é alcançada pelas pétalas mais vistosas, as externas, já a reprodução, pelas mais internas (JUDD et al., 2009).

As plantas dessa família possuem, em sua maioria, propriedades medicinais e condimentares, sendo ampla sua utilização no mercado farmacêutico e na culinária. Além disso, as espécies dessa família desempenham papéis ecológicos beneficiando inimigos naturais (ALTIERI et al., 2003).

Diferentes partes das plantas são utilizadas na alimentação, a exemplo da cenoura (*Daucus carota*) e da mandioquinha salsa (*Arracacia graveolens*) – raízes, e do endro (*Anethum graveolens*), funcho (*Foeniculum vulgare*), salsa (*Petroselinum crispum*), salsão (*Apium graveolens*) e coentro (*Coriandrum sativum*), no consumo da parte aérea (SOUZA e LORENZI, 2005).

2.1.2 Importância econômica

A salsa (*Petroselinum crispum* Mill.) é uma hortaliça condimentar conhecida e consumida em grande parte do Brasil e considerada de grande importância em cozinhas de todo o mundo, sendo uma fonte de vitaminas A e C, niacina, riboflavina, cálcio, ferro e fósforo (NOGUEIRA e LIMA, 2010).

Comercialmente, a salsa pode ser encontrada fresca *in natura*, desidratada, processada integrando os mais diversos tipos de temperos, sozinha ou em conjunto com o alho, a cebolinha (*Allium fistulosum*), entre outros, o que pode ser considerado uma alternativa para agregar valor à cultura e aumentar seu tempo de prateleira, já que, como a maioria das hortaliças, é perecível, tendo pouco tempo útil após a colheita (FACTOR et al., 2008). Rodrigues et al. (2008) destacam que a salsa é uma hortaliça que não atinge sua importância por seu volume ou valor de comercialização, mas pela ampla utilização comercial como condimento.

2.1.3 Características botânicas

A planta é originária da Grécia, com ampla distribuição na região mediterrânea, norte da África e Sudoeste da Ásia. Sua altura pode variar de 20 a cerca de 90 cm, dependendo a cultivar. Possui raiz pivotante, bem desenvolvida, de até 10 cm de comprimento e coloração branca. Suas folhas são compostas, com pecíolos longos, de contornos triangulares, divididas em segmentos denteados. As flores são amarelo-esbranquiçadas, agrupadas em inflorescências do tipo umbela que dão origem a frutos do tipo aquênio, pequenos, achatados, de coloração marrom escura ou preta, que são usados como sementes em seu cultivo (ZECCA, 2008).

2.1.4 Cultivares

Há poucas cultivares de salsinha, destacando-se Lisa Comum e Graúda Portuguesa – ambas de folhas lisas e aromáticas; a segunda produz folhas maiores, e ambas são resistentes ao florescimento. Também há cultivares de folhas crespas, como Crespa Decora (FILGUEIRA, 2003). De acordo com Makishima (1984), a cultivar Lisa Comum possui porte de 20 a 25 cm de altura e folhas de cor verde-clara; a cultivar Graúda Portuguesa é mais vigorosa atingindo 40 cm de altura, com folhas de cor verde-escura.

2.1.5 Características Gerais

A produtividade da planta é maior em solos areno-argilosos, com alto teor de matéria orgânica, boa fertilidade e pH entre 5,8 e 6,8. A primeira colheita é feita entre 50 e 90 dias após a semeadura, quando as plantas atingem cerca de 15-20 cm de altura, sendo os pecíolos cortados logo acima da superfície do solo, deixando-se as folhas menores. A rebrota é aproveitada em novos cortes, podendo o cultivo ser explorado por dois a três anos, principalmente quando são conduzidos em condições de clima ameno (HEREDIA et al., 2003).

Por ser proveniente de uma região de clima temperado, apresenta seu melhor desenvolvimento em condições de temperaturas entre 10 e 24 °C. Quando em condições favoráveis, as plantas de salsa produzem de 500 a 1000 kg ha⁻¹, e cerca de 6 kg de salsa fresca são necessários para a produção de 500 g do condimento desidratado (ZECCA, 2008).

Temperaturas baixas e dias curtos levam à indução de florescimento precoce, e altas temperaturas, próximas a extremos de 32-35 °C, podem ocasionar desequilíbrios fisiológicos que levam ao mau desenvolvimento das plantas e grandes perdas de produção decorrentes dessa condição (MAKISHIMA, 1984). Em regiões ou épocas com temperaturas elevadas, assim como outras hortaliças folhosas, a salsa apresenta subdesenvolvimento de

suas folhas, plantas mais baixas, firmes, e menor qualidade no rebrote, sendo que, por vezes, este não chega a ocorrer devido à seca do local de corte do talo (FILGUEIRA, 2013).

Segundo pesquisas realizadas no estado de São Paulo, onde há produção de hortaliças folhosas em grande escala, os meses em que ocorre a menor oferta do produto são os meses de fevereiro, março e abril, quando são poucos os produtores que têm disponibilidade do produto, ocorrendo um aumento nos preços de mercado (FACTOR et al., 2008).

2.2 SOMBREAMENTO EM HORTALIÇAS

A fonte de energia para as plantas é a radiação solar, sendo que a maior parte dessa energia é convertida em calor, acelerando o processo de transpiração e alterando a temperatura dos tecidos vegetais, gerando, muitas vezes, consequências danosas para os processos metabólicos. O efeito da temperatura é dependente da intensidade da luz, entretanto, sendo esta determinante no processo fotossintético, pode tornar-se prejudicial caso seja em excesso. A luminosidade exagerada pode provocar não somente o aumento da transpiração como redução no conteúdo hídrico das folhas de forma comprometedora, causando uma foto-oxidação, que, frequentemente, ocasiona a desidratação por morte das células (RYDER, 1999).

Quando os limites ideais de temperatura são ultrapassados, inicia-se um período onde a planta começa a sofrer estresse. Dessa forma, a energia produzida por ela para produção é destinada à proteção dos fatores estressantes (LEITE, 2000).

O cultivo da salsa em épocas quentes tem como fator limitante as elevadas temperaturas que tornam a cultura menos produtiva, no entanto, a rentabilidade do cultivo nessas épocas é favorecida por preços mais altos devidos a falta de produtos no mercado. Os problemas decorrentes das altas temperaturas podem ser amenizados com a utilização de ambientes protegidos, uma vez que pode ser considerado manejo do ambiente climático, favorecendo o crescimento e desenvolvimento das culturas (MARTINS, 2006).

Porém, o cultivo protegido com cobertura plástica pode exigir uma estrutura cara, e que pode gerar aumento da temperatura em seu interior nos períodos quentes, devido ao efeito estufa dentro destes. Para que ocorra redução da temperatura nos ambientes protegidos, um dos métodos mais utilizados é o manejo da radiação solar, por meio de telas de sombreamento, principalmente por este ser um dos fatores que tem grande influência no desenvolvimento das plantas (SILVA, 2001).

2.3 TIPOS DE TELAS DE SOMBREAMENTO

A utilização das telas de sombreamento pode ocorrer tanto em ambientes protegidos quanto a céu aberto, em estruturas que podem ser feitas dos mais diversos

materiais, como mourões de eucalipto, bambu, alumínio, ferro, até mesmo canos de PVC. Os benefícios do sombreamento sobre as plantas estão relacionados ao fato da redução da radiação direta incidente sobre o ambiente de cultivo levar a uma redução da temperatura do ar nos dias quentes e, por consequência, redução da transpiração e a respiração, evitando o fechamento dos estômatos por período prolongado, o que pode levar a maior fixação de carbono e aumento de produtividade (BHERING, 2013).

As telas pretas, entretecidas em polietileno, são utilizadas para amenizar problemas relacionados à alta luminosidade e a temperaturas elevadas, pois proporcionam um nível de sombreamento de grande uniformidade. A redução da radiação solar direta sobre as plantas pode contribuir na redução dos efeitos extremos desta, principalmente a fotorrespiração. Além disso, da utilização de malha negra, obtém-se melhores condições ambientais tornando viável o desenvolvimento das plantas cultivadas e, assim, a produção de hortaliças de qualidade durante todo o ano (RAMPAZZO et al., 2014).

Entretanto, a redução do fluxo de luz pode levar as plantas ao estiolamento, prolongamento do ciclo e redução de produtividade, além do aumento da área foliar, através do alongamento das células, o que resulta em folhas mais frágeis e finas, que, no caso de culturas folhosas torna mais difícil o manuseio na pós-colheita e reduz a vida útil do produto nesse período (MACIEL et al., 2009).

As malhas termorrefletoras têm sido utilizadas na agricultura de forma ampla, sendo assim chamadas por serem malhas metalizadas por alumínio em ambas as faces, podendo apresentar várias porcentagens de sombra. Estas possuem características que as diferem das malhas negras de sombreamento, pois, devido à metalização de sua superfície, promovem reflexão de parte da radiação incidente sobre elas. Em consequência dessa reflexão, ocorre a conservação de energia no ambiente, reduzindo as temperaturas no verão, e mantendo-as constantes durante o inverno, auxiliando na proteção contra geadas (GINEGAR POLYSACK BRASIL, 2017).

Também, em virtude de possuir fios retorcidos, aumenta a eficiência da fotossíntese através da maior disponibilidade de luz difusa no ambiente, a qual penetra de forma mais eficiente no dossel das plantas, reduzindo a necessidade da planta alongar sua superfície fotossintetizante para que haja eficiência no processo de produção de fotoassimilados (COSTA, 2004).

2.4 EFEITOS DO SOMBREAMENTO EM HORTALIÇAS

Avaliando as variações de temperatura do ar e do solo e luminosidade em diferentes ambientes de cultivo, no período de inverno em Cáceres (MT), Santos et al. (2010) constataram que o uso de telas de sombreamento foi eficiente na redução da

luminosidade e da temperatura do ar e do solo, o que demonstra a viabilidade do uso deste para o cultivo em condições tropicais.

Seabra Junior et al. (2009) obtiveram maior produtividade de alface em ambientes com maior porcentagem de sombreamento, havendo redução da temperatura, principalmente com tela termorrefletora e de sombreamento.

Esse fato já havia sido observado por Abaurre (2004), em trabalho avaliando o crescimento e a produção das cultivares de alface Regina e Verônica cultivadas sob dois tipos de malhas termorrefletoras (30 e 40%) e de uma difusora de luz (30%), em que observou menor amplitude térmica diária e necessidade de menor volume de água aplicado nas irrigações. Abaurre (2004), observou ainda maior área foliar específica, em ambas as cultivares, em relação ao cultivo a céu aberto, indicando que o cultivo sob malhas propiciou folhas menos espessas, apropriadas para mercados com consumidores mais exigentes.

Em trabalho comparando o desempenho de cultivares de rúcula em ambiente protegido com telas de sombreamento e a campo aberto, Costa et al. (2011) concluíram que o cultivo sob tela de sombreamento 50% pode incrementar a produção em cerca de 44%, além de maior área foliar, obtendo maior acúmulo de biomassa vegetal.

Braga et al. (2013), em experimento avaliando cultivares de salsa sob telas de sombreamento, termorrefletoras e a campo aberto, no município de Cáceres (MT), observaram que as plantas cultivadas sob tela de sombreamento 50% proporcionou o maior acúmulo de matéria seca, além da maior massa fresca de plantas.

Da mesma forma, Nohama et al. (2011) obtiveram maiores médias de massa fresca da parte aérea para a cultivar de salsa lisa, sob tela de sombreamento 40%, em condições semelhantes às de Braga et al. (2013).

2.5 ANÁLISE DE CRESCIMENTO

A análise de crescimento, segundo Magalhães (1986), descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, permitindo acompanhar a dinâmica da produtividade, avaliada por meio de índices fisiológicos e bioquímicos. Além disso, ressalta que é um método a ser utilizado na investigação do efeito dos fenômenos ecológicos sobre o crescimento, como a adaptabilidade das espécies em ecossistemas diversos, efeitos de competição, diferenças genotípicas da capacidade produtiva e influência das práticas agrônomicas sobre o crescimento, uma vez que a determinação da área foliar é importante, pois as folhas são as responsáveis pela captação de energia solar e produção de matéria orgânica, através da fotossíntese.

Além disso, o crescimento das plantas e sua produção também podem ser afetados pela quantidade de radiação incidente sobre as plantas, pois o processo de absorção de luz, e os valores de temperatura estão intimamente ligados ao equilíbrio entre fotossíntese e

respiração (HUNT, 2003). O uso da análise de crescimento como ferramenta para avaliar o crescimento e inferir a contribuição de diferentes processos fisiológicos sobre o comportamento vegetal é forma de estudo acessível, pois utiliza variáveis de simples obtenção para a sua realização (BENINCASA, 2003), como a massa seca e a área foliar das plantas.

Dessa forma, a avaliação das condições de sombreamento a que as plantas, hortaliças e aromáticas, são submetidas durante o seu cultivo e a expressão de seu potencial antioxidante podem ser importantes para o conhecimento da fisiologia da espécie, auxiliando trabalhos futuros que levem ao desenvolvimento de alimentos com qualidade e mais produtivos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERÍSTICAS DOS EXPERIMENTOS

3.1.1 Local

Os experimentos foram conduzidos na Estação Experimental “Prof. Antônio Carlos dos Santos Pessoa” pertencente à UNIOESTE, localizada no município de Marechal Cândido Rondon-PR (24°33'22"S, 54°03'24"O, altitude média 420 m).

O clima da região segundo Köppen é do tipo Cfa (mesotérmico, subtropical úmido), com verões quentes e sem estação seca definida. A temperatura média anual está entre 22 e 23 °C. Os totais anuais médios normais de precipitação pluvial situam-se entre 1600 e 1800 mm (CAVIGLIONE et al., 2000).

O solo local é do tipo LATOSSOLO VERMELHO eutroférico - LVE de textura argilosa (SANTOS et al., 2013), apresentando as seguintes características químicas, na camada de 0 a 20 cm de profundidade: pH (CaCl₂) 6,18; Ca²⁺ = 7,53; Mg²⁺ = 2,47; K = 1,32 (cmol/dm³); Al³⁺ = 0%, V (%) = 68,63; P (Mehlich) = 84,92 mg dm⁻³ e M.O. = 14 g dm⁻³.

A temperatura e a umidade relativa do ar nos ambientes de cultivo foram registradas a cada hora por meio de sensores automáticos, e os dados armazenados em *Datalogger* da marca Homis, modelo 494. Os dados do ambiente a pleno sol e os valores de radiação solar foram obtidos da Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática de Marechal Cândido Rondon-PR (24°31'59"S, 54°01'09"O).

Os experimentos foram desenvolvidos no período de outubro de 2015 a dezembro de 2015 (primavera), março a maio de 2016 (outono) e junho a agosto de 2016 (inverno).

3.1.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), em esquema de parcelas subdivididas, com duas repetições por bloco, em quatro blocos, sendo que cada repetição correspondeu a uma parcela. Cada parcela consistiu em cinco linhas, espaçadas entre si por 0,25 m, compostas por dez plantas, espaçadas em 0,10 m. Os tratamentos constaram de duas telas de sombreamento (tela preta e tela termorrefletora a 50%) e pleno sol, e duas cultivares.

3.1.3 Tratamentos

Os ambientes utilizados foram compostos por Tela Preta de polietileno com 50% de sombra, e Tela Termorrefletora também a 50%, além do controle a Pleno Sol. As telas foram instaladas em estruturas do tipo “telado”, com as laterais abertas, nas dimensões de 3,5 x 6 x 15 m (altura, largura e comprimento), sendo o eixo longitudinal dos ambientes de produção orientado no sentido NORTE – SUL.

As cultivares de salsa utilizadas foram Graúda Portuguesa, a qual possui como características altura até 0,35 m, folhas grandes e lisas de coloração verde-escuro, ciclo varia de 60 a 70 dias, com germinação ocorrendo entre 10 e 15 dias após o plantio e Lisa Comum e esta apresenta altura média de 0,30 m, com folhas grandes e lisas, sem pilosidades, de coloração verde brilhante, seu ciclo se completa em torno de 50 a 60 dias, possui resistência ao pendoamento, é uma das variedades mais cultivadas por ser altamente aromática (ESCOBAR, et al., 2010).

As duas cultivares escolhidas desenvolvem-se adequadamente em temperatura mínima de 4 °C e máxima de 32 °C, com temperatura média ótima em torno de 24 °C. Ambas apresentam características de facilidade de rebrota em condições adequadas de cultivo (AMARO, 2007).

3.1.4 Implantação dos experimentos

As mudas foram produzidas em bandejas de poliestireno expandido de 200 células, com substrato comercial para horticultura, sendo feito o desbaste das plântulas aos 30 dias após a semeadura, mantendo-se de 10 a 12 plantas por célula.

A adubação do solo foi efetuada 10 dias antes do transplantio, em cada experimento, utilizando o formulado comercial 04-14-08, por meio dos resultados da análise de solo e seguindo recomendação de Trani (2007) para a cultura da salsa, em que se utilizam 27 kg ha⁻¹ de N, 126 kg ha⁻¹ de P, e 54 kg ha⁻¹ de K₂O.

O transplantio das mudas foi efetuado no período dos 35 aos 40 dias após a semeadura (na primavera, dia 30/10/15, no outono, 21/03/16, e no inverno, 24/06/16), quando as plantas apresentaram de 2 a 3 folhas e em torno de 5 cm de altura. Cada muda transplantada foi considerada um “maço”.

3.1.5 Irrigação

A irrigação foi feita por sistema de aspersores, dispostos no meio dos canteiros de cultivo. A determinação das lâminas de irrigação foi efetuada utilizando-se o K_c (coeficiente de cultura) médio para a cultura do coentro (*Coriandrum sativum*) propostos por Sousa et al. (2011) e evapotranspiração de referência (ET_o) estimada pelo método de Penman-Monteith. Por meio desses valores, obteve-se a estimativa da evapotranspiração de cultura (ET_c), considerando:

$$ET_c = ET_o * K_c \quad (1)$$

O cálculo de ET_o diária foi feito pelo método de Penman-Monteith (ALLEN et al., 2006), utilizando os dados diários de temperatura máxima e mínima do ar, umidade relativa do ar, insolação e velocidade do vento medida a dois metros de altura, obtidos Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática de Marechal Cândido Rondon-PR, para o período de outubro de 2015 a agosto de 2016, dado como:

$$ET_o = \frac{0,408*s*(RN-G)+\gamma*\frac{900}{ts+273}*V2*(es-ea)}{s+\gamma*(1+0.34*V2)} \quad (2)$$

Em que ET_o é a evapotranspiração diária de referência (mm); s é a declividade da curva de pressão de vapor de saturação ($kPa \text{ } ^\circ C^{-1}$); RN é o saldo de radiação ($MJ \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$); G é o fluxo de calor no solo ($MJ \text{ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$); es é a pressão de vapor saturado do ar (k Pa); ea é a pressão de vapor do ar na altura z (k Pa); ts é a temperatura do ar na altura z ($^\circ C$); γ é o coeficiente psicrométrico modificado ($k \text{ Pa } K^{-1}$), $\gamma = 0,065$; $V2$ é a Velocidade do vento medida a 2 metros de altura ($m \text{ s}^{-1}$); 900 é uma Constante ($k \text{ J}^{-1} \text{ kg } 0 \text{ K}$).

As médias semanais dos valores de ET_c estimados foram utilizados no cálculo das lâminas de irrigação utilizadas (Tabela 1). O tempo de funcionamento do sistema de irrigação foi calculado com base nas ET_c estimadas e na vazão dos aspersores utilizados ($0,8 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$).

Tabela 1. Estimativas de ET_o e ET_c médias (mm) para as condições de Marechal Cândido Rondon, PR, nos períodos de Primavera, Outono e Inverno

Semana	K_c médio	PRIMAVERA		OUTONO		INVERNO	
		ET_o	ET_c	ET_o	ET_c	ET_o	ET_c
1	0,6	3,2	1,9	2,1	1,7	1,8	1,1
2	0,7	3,1	1,9	2,0	1,0	1,2	0,7
3	0,7	2,9	2,0	2,2	1,2	1,2	0,8
4	0,7	2,5	1,7	2,0	1,6	1,5	1,1
5	0,9	1,9	1,7	1,6	1,7	1,7	1,6
6	0,9	3,1	2,8	2,4	2,1	1,6	1,5
7	0,9	2,5	2,2	2,2	1,9	1,5	1,4
8	0,8	3,1	2,4	2,4	1,8	1,9	1,5
9	0,8	2,6	2,1	2,5	1,8	2,0	1,6

3.1.6 Tratos culturais

O nível de sanidade das plantas foi monitorado, sendo que não foram observados ataques de patógenos, o que dispensou a aplicação de defensivos. Não foi verificado ataque de pragas ao nível de dano econômico, sendo que as populações existentes no local, não foram prejudiciais à produção. Dentre as espécies de pragas observadas, a de maior ocorrência foi *Diabrotica speciosa*, no entanto, sua presença não afetou a cultura, de forma que não foram necessárias aplicações de inseticidas.

A fim de evitar a matocompetição, foram efetuadas capinas manuais entre as linhas e entre as plantas, eliminando as plantas daninhas existentes no local. As principais

espécies observadas foram o picão branco (*Galinsoga parviflora*) e a falsa-serralha (*Emilia fosbergii*).



Figura 1. Produção de mudas de salsa aos 15 (A) e aos 22 (B) dias após a sementeira no período de inverno em Marechal Cândido Rondon (PR).

3.2 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

As análises consistiram em variáveis biométricas e com base no ajuste destas foram calculadas as variáveis da análise de crescimento.

As amostras (três maços por parcela, sendo desconsiderada a bordadura) foram coletadas aos 10; 20; 30; 40; 50 e 60 dias após o transplante das mudas (DAT). Sendo feitas as determinações por maço e extrapoladas para uma unidade de área (m^2), considerando-se um valor de 40 maços m^{-2} .

Para determinação de altura foi colocada uma régua perpendicular ao solo e feita a leitura em relação à inserção da folha mais alta. Após verificação desta, foi coletada a parte aérea dos maços, rente ao solo. A contagem do número de folhas e área foliar (determinada por Area meter LI-COR, modelo LI-3100C) foram realizadas em laboratório. Cinco trifólios (subamostras) por amostra foram analisados, e extrapolados os dados para obter-se o valor de área foliar em $dm^2 m^{-2}$.

Após obtenção das variáveis supracitadas, as amostras foram encaminhadas a estufa de secagem com circulação forçada de ar, a $65\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 48 horas, ou até que atingisse massa constante. Depois da secagem, foi obtida a massa seca da parte aérea por parcela, por meio de pesagem em balança de precisão.

Na última das avaliações, determinou-se a massa fresca da parte aérea, sobre a qual se efetuou a estimativa da produtividade, expressa em $g m^{-2}$.



Figura 2. Avaliação de salsa no ambiente a Pleno Sol aos 60 DAT no período de Inverno em Marechal Cândido Rondon (PR).

A análise de crescimento baseou-se em medidas de Altura de plantas (ALT) (cm); Área foliar total (AF) ($\text{dm}^2 \text{m}^{-2}$) e Massa Seca de Parte Aérea (MSPA) (g m^{-2}). A partir do ajuste dessas, efetuou-se a estimativa da Razão de Área Foliar (RAF) ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$), e dos parâmetros fisiológicos: Taxa de Assimilação Líquida (TAL); Taxa de Crescimento Absoluto (TCA) e Taxa de Crescimento Relativo (TCR), e, a partir da Massa Seca das Folhas (MSF), foi estimada a Área Foliar Específica (g dm^{-2}). As taxas de crescimento foram obtidas conforme equações propostas por Benincasa (2003).

A razão de área foliar (RAF) foi obtida através do quociente entre AF e MSPA, A RAF é expressa em $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$.

A área foliar específica (AFE) foi obtida através do quociente entre AF e MSF, A AFE possui a mesma unidade da RAF, é expressa em $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$.

A TCA foi calculada segundo a expressão (onde $MSPA1$ e $MSPA2$ correspondem à matéria seca de parte aérea amostrada nos tempos $T1$ e $T2$):

$$TCA = \frac{MSPA2 - MSPA1}{T2 - T1} \quad (3)$$

A TCR foi estimada utilizando-se a expressão (onde \ln corresponde ao logaritmo natural):

$$TCR = \frac{\ln MSPA2 - \ln MSPA1}{T2 - T1} \quad (4)$$

A TAL, expressa em $\text{g dm}^{-2} \text{dia}^{-1}$, foi estimada conforme a expressão:

$$TAL = \frac{(MSPA2 - MSPA1)(\ln AF2 - \ln AF1)}{(AF2 - AF1)(T2 - T1)} \quad (5)$$

3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

A Análise de variância (ANAVA) foi realizada para cada cultivar, dentro de cada ambiente, com o auxílio do *Software* estatístico R, versão 3.3.1 (2016). Foi realizada análise conjunta dos ambientes, desde que a relação entre o maior e o menor quadrado médio do resíduo (QMR) foi inferior a 7 (PIMENTEL GOMES, 2009), verificando-se as possíveis interações significativas entre ambiente e cultivar (APÊNDICE A).

As variáveis estimadas que demonstraram diferença significativa, foram submetidas à análise de regressão, sendo construídos gráficos, com curvas definidas com o auxílio do *Software* Sigma Plot for Windows (Sigma Plot; Systat Software Inc) versão 12.0, de acordo com o modelo de maior ajuste (R^2).

As estimativas da análise de crescimento foram analisadas de acordo com o comportamento das curvas de crescimento obtidas ao longo do período de avaliação. Os dados foram assim analisados pelo fato da análise de crescimento não atender as pressuposições básicas da análise de variância (DIAS; BARROS, 2009). Desta forma, por ser modelo não aditivo e constituir-se de dados quantitativos, a maneira mais adequada de tratar os dados de crescimento ao longo da ontogenia vegetal verifica-se por meio de gráficos e a discussão deve ter como base a tendência das curvas de crescimento (RADFORFD, 1967; BARREIRO et al., 2006).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observada interação entre ambiente e cultivar para nenhuma das variáveis analisadas, portanto os efeitos dos tratamentos foram apresentados e discutidos separadamente.

4.1 AMBIENTES

Os dados referentes ao acúmulo de massa seca da parte aérea (MSPA), área foliar total (AF), altura de plantas (ALT) e massa seca de folhas (MSF) foram ajustados em função do tempo (DAT), conforme equações apresentadas na Tabela 4 (Apêndice A). Com base no ajuste de MSPA, AF e MSF, durante o ciclo da cultura, foi possível calcular os parâmetros de crescimento apresentados.

Nas Figuras 3 e 4, verifica-se que as plantas cultivadas sob telas de sombreamento foram mais altas e apresentaram maior área foliar, o que corrobora com os resultados obtidos por Kendrick e Frankland (1981), citados por Santana et al, (2009), que afirmam que plantas mantidas em sombreamento tendem a ser mais altas e ter uma área foliar maior em relação às que crescem em plena luz do sol. A baixa luminosidade ocasiona o alongamento do pecíolo, que busca maior captação de luz solar, gerando o estiolamento das plantas.

Essa redução na luminosidade foi comprovada por Santos et al, (2010), que ao estudarem as variações de luminosidade, temperatura do ar e do solo, em diferentes ambientes de cultivo (telas de sombreamento 30%, 40% e 50%), no período de inverno em Cáceres, MT, observaram que os telados proporcionaram uma redução significativa na luminosidade e temperatura do ar e do solo. Costa et al, (2011), trabalhando com rúcula em diferentes ambientes, verificaram que o ambiente com maior sombreamento (tela preta 50%) apresentou plantas mais altas.

O acúmulo de massa seca de parte aérea (MSPA) pelas plantas sombreadas diferiu significativamente entre os ambientes, ao longo do tempo, no outono e no inverno. Na primavera, não se observou diferença entre os ambientes. As médias de inverno foram as mais altas em relação às outras épocas testadas, sendo que as plantas cultivadas a pleno sol, apresentaram as maiores médias (Figura 5).

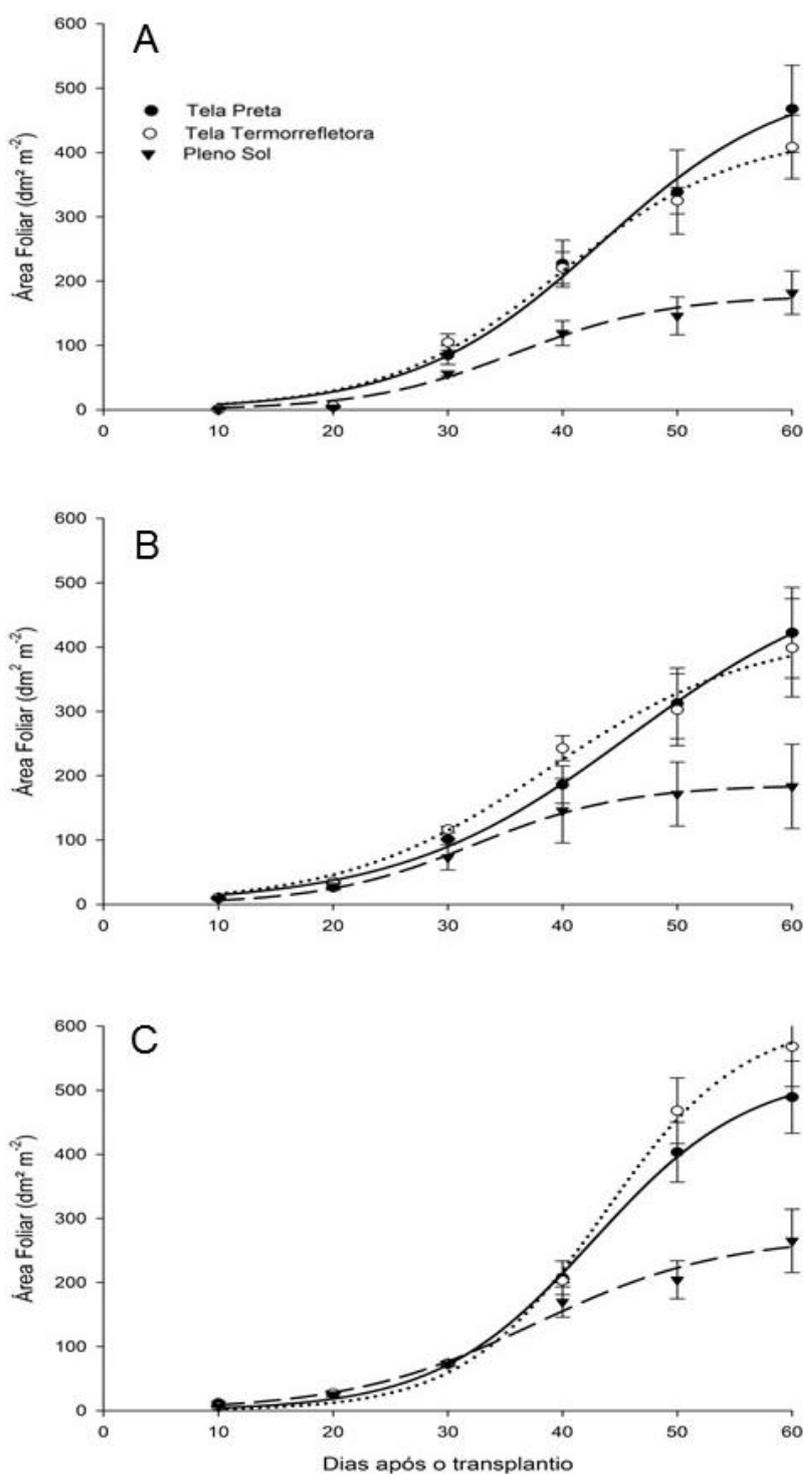


Figura 3. Área foliar (dm² m⁻²) de salsa lisa sob telas de sombreamento e a pleno sol nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016

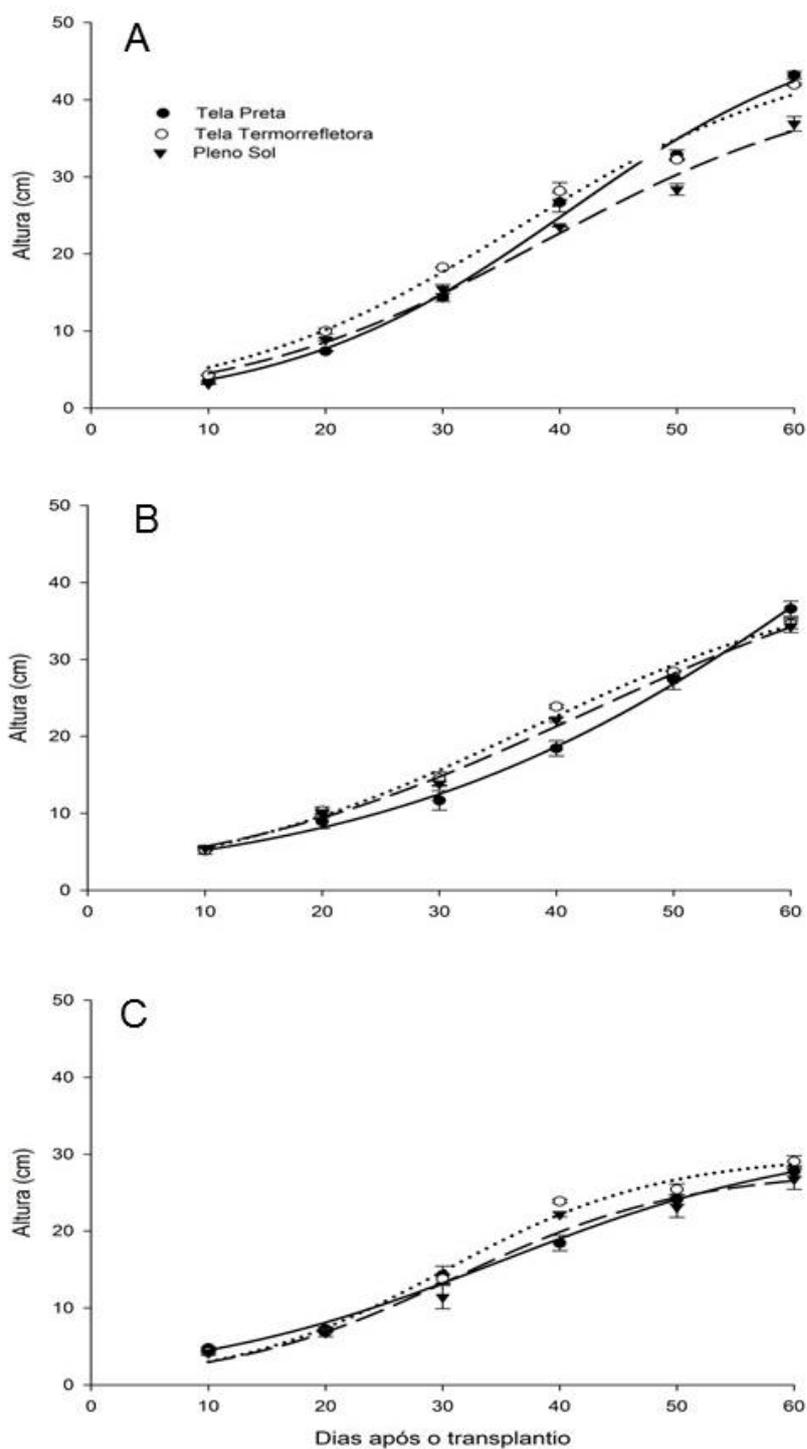


Figura 4. Altura (cm) de salsa lisa sob telas de sombreamento e a pleno sol nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon. PR, 2016

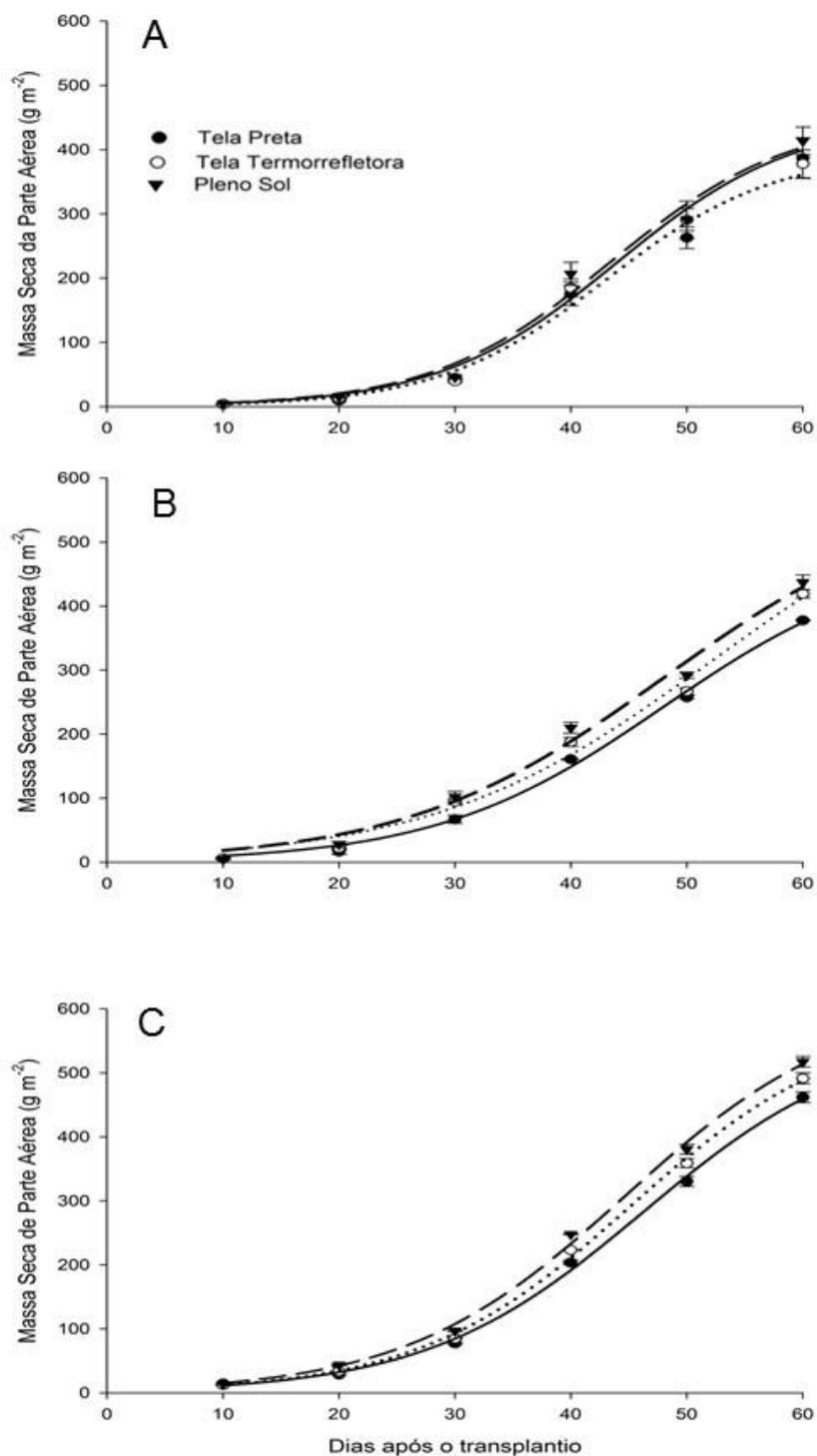


Figura 5. Massa Seca de Parte Aérea (g m^{-2}) de salsa lisa sob telas de sombreamento e a pleno sol nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016

De acordo com Benincasa (2003), estes três atributos de crescimento (altura, massa seca e área foliar), para a mesma cultura, sob três condições de radiação solar, permitem mostrar que o crescimento total de uma planta resulta de uma interação complexa entre o crescimento de diferentes órgãos ou aspectos de uma planta.

As plantas conduzidas a pleno sol tiveram à disposição, em seu desenvolvimento, maior disponibilidade de luz, ou seja, não necessitaram expandir sua área fotossintética a fim de buscar maior captação desta, por essa razão, apresentaram os menores valores de área foliar, porém, folhas e pecíolos mais espessos, o que pode ser constatado a partir da análise dos valores da razão de área foliar (RAF) (Figura 6) e área foliar específica (AFE) (Figura 7).

Segundo MAGALHÃES (1979) a RAF é a medida da dimensão do aparelho assimilador, e serve como parâmetro apropriado para as avaliações de efeitos genotípicos, climáticos e do manejo de comunidades vegetais, este parâmetro expressa a área foliar útil para a fotossíntese. É um componente morfo-fisiológico, pois é a razão entre a área foliar (área responsável pela absorção de luz e CO₂) e a massa seca total (resultado da fotossíntese líquida), ou seja, a RAF é a área foliar em dm² que é usada para produzir 1g de massa seca.

A taxa assimilatória líquida (TAL) expressa a taxa de fotossíntese líquida, ou seja, a quantidade de massa seca (g), produzida por unidade de área foliar (dm²) (BENINCASA, 2003). O experimento de primavera proporcionou as maiores médias de TAL tanto para as plantas sombreadas, quanto àquelas cultivadas a pleno sol (Figura 8A), isso é explicado pelo fato de que, neste período do ano, foram registrados os maiores valores de radiação incidente sobre a superfície (kJ m⁻²) em relação às três épocas testadas (APÊNDICE B).

O período de primavera apresentou temperaturas médias do ar variando de 20 a 27 °C, aproximadamente, e umidade relativa do ar de 66 a 93%, com precipitação bem distribuída ao longo do período, além da radiação incidente sobre a superfície ser maior durante esse período. Já o outono e inverno são estações que apresentam menores temperaturas do ar, e também menores lâminas de chuva, além da menor incidência de radiação em alguns períodos, devido aos dias serem mais curtos, a disponibilidade luminosa média acabou sendo menor durante o ciclo das plantas de salsa (Apêndice B).

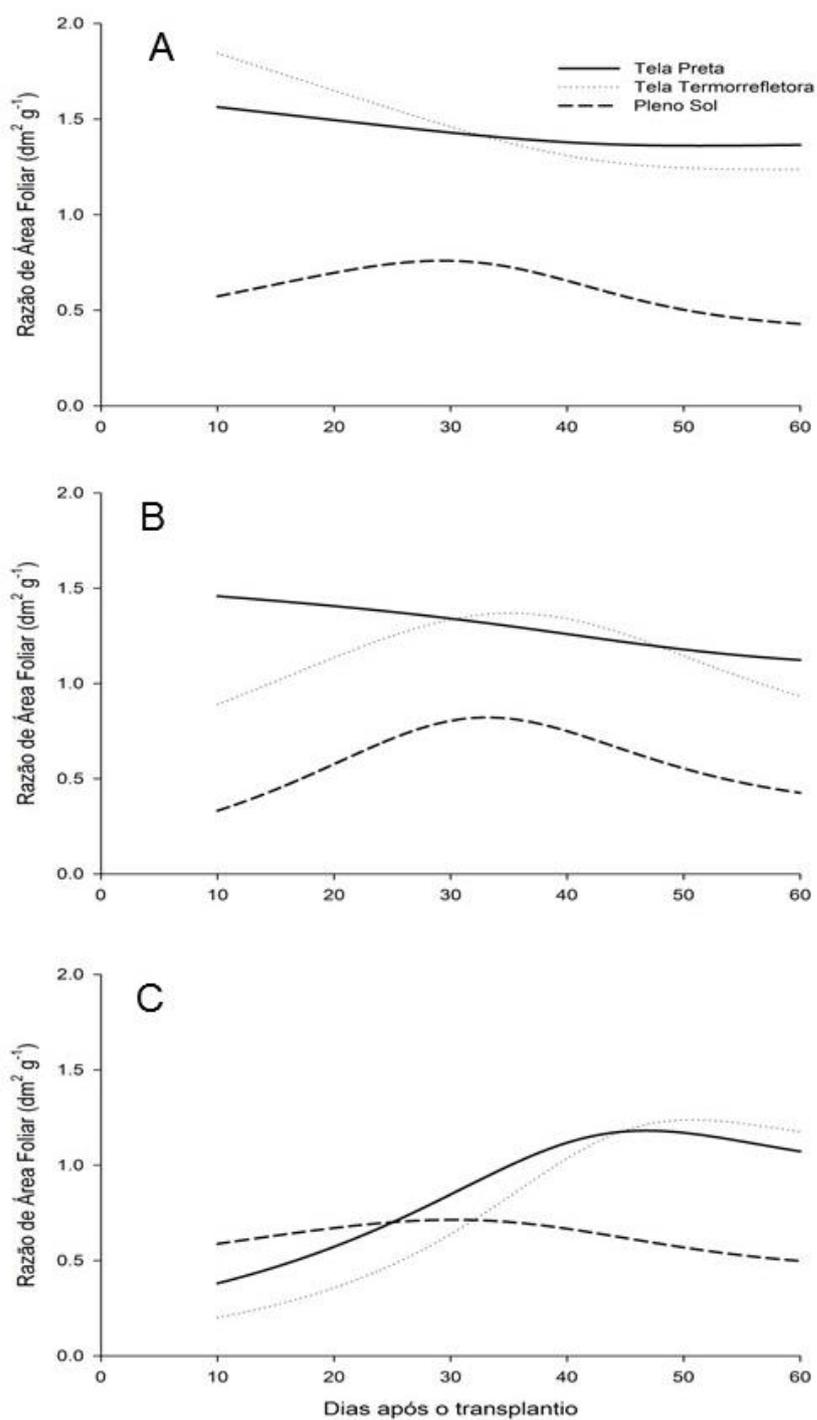


Figura 6. Razão de Área Foliar - RAF ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) de salsa lisa sob telas de sombreamento e a pleno sol nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016

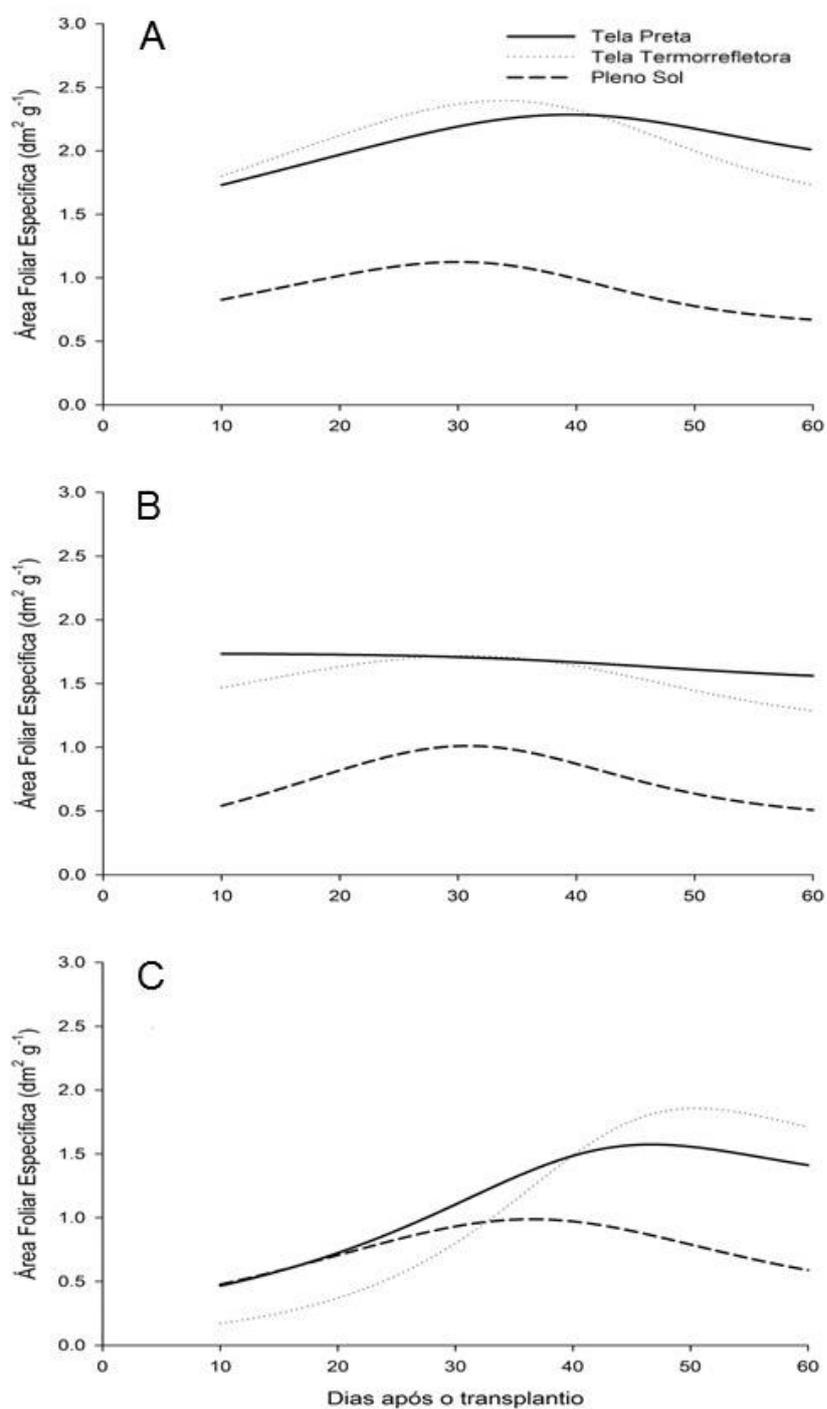


Figura 7. Área Foliar Específica - AFE ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) de salsa lisa sob telas de sombreamento e a pleno sol nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016

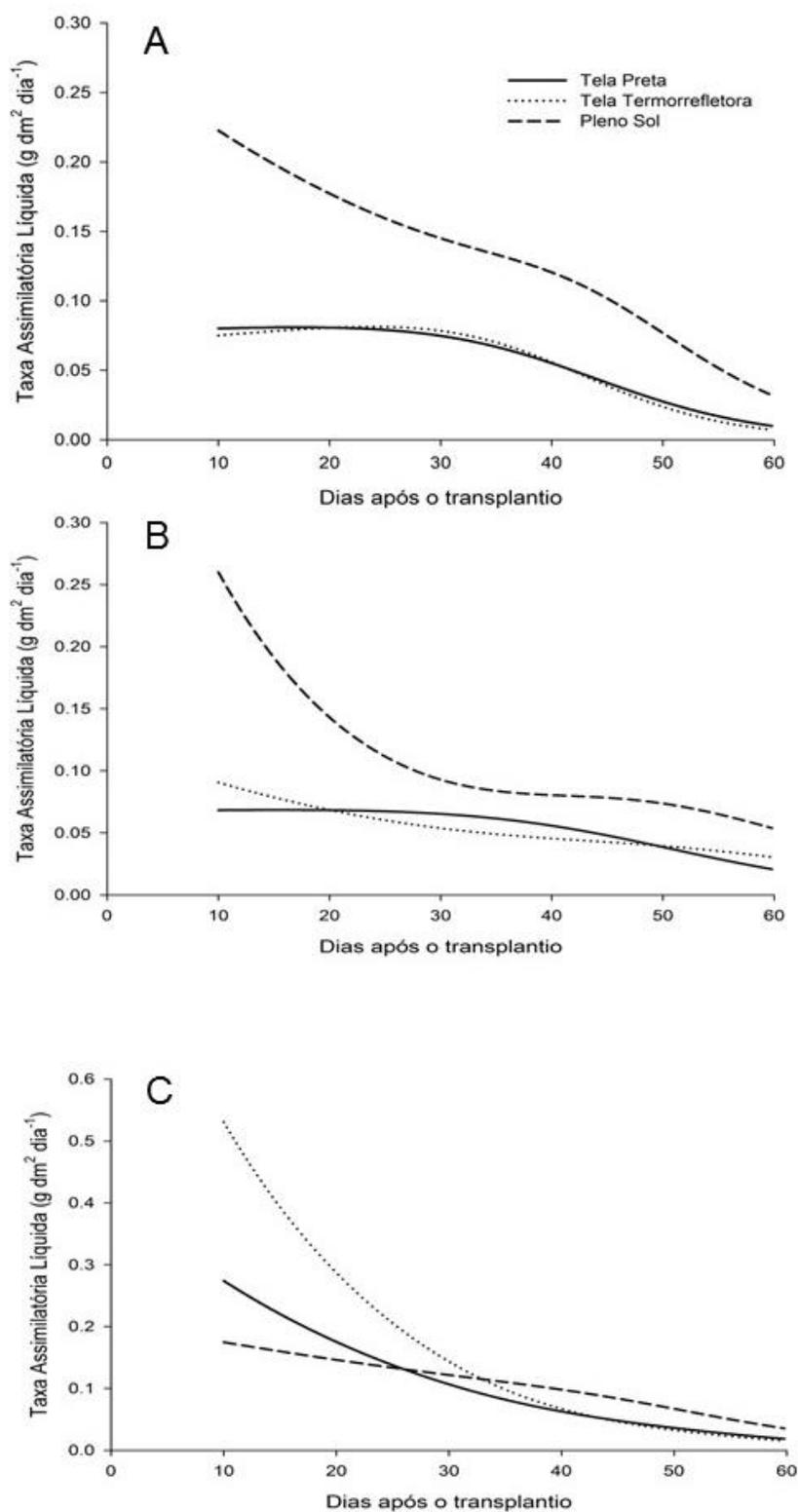


Figura 8. Taxa Assimilatória Líquida - TAL ($\text{g dm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) de salsa lisa sob telas de sombreamento e a pleno sol nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016

As plantas cultivadas sem restrição de luminosidade apresentaram as maiores médias de TAL (Figura 8), bem como os menores valores de AFE (Figura 7), demonstrando uma maior eficiência em produção de matéria seca, quando comparado às plantas sombreadas, sobretudo nos experimentos de primavera e outono, quando a incidência de radiação é maior, em relação ao inverno, demonstrando interferência da restrição de luminosidade na eficiência fotossintética das plantas sombreadas (Figura 8A, 8B).

As plantas sombreadas investem, relativamente, maior proporção de fotoassimilados no aumento da área foliar, para potencializar a captação da luz que há disponível. Geralmente possuem folhas pouco espessas, maior área foliar específica (AFE), e folhas com menor densidade de massa. Essas características estão associadas à qualidade do produto. Para hortaliças folhosas, esse fato pode ser benéfico no momento da comercialização, caso as folhas sejam tenras e mais delgadas, são melhor aceitas pelo mercado consumidor exigente. No entanto, quanto mais frágeis essas folhas, mais difícil será o manuseio na colheita e transporte, com maior risco de danos, e menor é a vida útil desse produto. Em virtude disso, o conhecimento do destino final desse produto é de suma importância.

Purquerio et al, (2007), avaliando o efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento entre plantas em rúcula, cultivada dentro e fora de ambiente protegido, constatou que no cultivo de verão as plantas cultivadas dentro do ambiente protegido beneficiaram-se de melhores condições, refletindo em maior produtividade e qualidade de folhas, enfatizando assim a importância da utilização desse ambiente. Os autores destacam que as plantas cultivadas sob proteção obtiveram maior sanidade, mostrando-se mais atrativas para o consumo.

As alterações que ocorrem nas folhas desenvolvidas sob algum tipo de restrição de luz têm papel importante na adaptação da planta às condições impostas pelo ambiente. Estas alterações, na maioria das vezes, estão relacionadas ao aumento da captação e aproveitamento da luz incidente, melhorando a eficiência fotossintética da planta em condição de sombreamento (GOBBI et al., 2011).

Essa é uma estratégia adaptativa das plantas submetidas a baixos níveis de irradiância, onde há expansão das folhas para aumentar a captação da energia luminosa e permitir maior eficiência fotossintética e, conseqüentemente, maior fixação de carbono (TAIZ e ZEIGER, 2010). Dessa forma, explica-se os maiores valores de TAL, no período de inverno, terem sido observados, no início do ciclo, para as plantas cultivadas sob tela termorrefletora (Figura 8C).

O aumento da AFE em condições de baixa luminosidade está diretamente relacionado às modificações na anatomia das plantas submetidas a condições de sombreamento, como cutículas e epiderme mais delgadas, menor espessura de mesofilo e

menor proporção de parênquima paliçádico, de tecidos condutores e de sustentação, maior proporção de espaços intercelulares e menor densidade estomática (TAIZ e ZEIGER, 2010).

As folhas mais espessas concentram uma maior densidade estomática por unidade de área, tornando o processo de fixação do CO₂ mais eficiente. Dessa maneira, explica-se o fato do ambiente com plantas que apresentaram menor AFE (pleno sol) (Figura 7), ter apresentado, concomitantemente, maiores médias de TAL (Figura 8). O acúmulo de matéria seca nas folhas (MSF) das plantas cultivadas a pleno sol foi superior às plantas dos ambientes sombreados, sendo este comportamento observado nos experimentos de primavera e outono, durante todo o período, e durante o inverno, somente após os 30 DAT (Figura 9). Este comportamento deu-se em resposta à expansão das folhas de plantas de salsa cultivadas sob sombreamento.

A taxa de crescimento relativo (TCR) é considerada a medida mais apropriada para a avaliação do crescimento vegetal. Esta representa a quantidade de material vegetal produzido por determinada quantidade de material existente (g) durante um intervalo de tempo (dias) pré-fixado (GUIMARÃES, 1994). A TCR de uma planta depende simultaneamente da eficiência assimilatória de suas folhas (TAL) e da proporção entre área foliar disponível e acúmulo de massa seca da planta (RAF) (GUIMARÃES, 1994). Assim, a TCR representa a variação ou o incremento entre duas amostragens sucessivas. Este parâmetro pode ser usado na observação da velocidade média de crescimento ao longo do período analisado.

Nos períodos iniciais, observou-se uma maior velocidade média de crescimento (Figura 10), já ao final das avaliações, houve redução acentuada do crescimento das plantas em função de sua própria estrutura, uma vez que as plantas já estavam estabelecidas. A partir dos 30 DAT, o crescimento tornou-se mais lento a cada avaliação, em relação à avaliação (tempo) anterior. As plantas do cultivo de primavera se destacaram com os maiores valores de TCR no início do ciclo (Figura 10A).

A partir do pressuposto de que a taxa de crescimento absoluto (TCA) é a variação, ou ainda, o incremento de matéria seca entre duas amostragens, pode-se considerar que esta medida indica a velocidade de crescimento da cultura ao longo de seu ciclo.

Nos três experimentos, observaram-se diferenças sutis no comportamento das plantas de salsa nos diferentes ambientes de cultivo, em relação à TCA (Figura 11). A velocidade de crescimento das mesmas foi semelhante, uma vez que a distância entre as curvas é pequena. O pico de crescimento foi registrado em torno dos 40 aos 50 DAT em todas as condições testadas. Porém, os picos de crescimento mais altos foram alcançados pelas plantas cultivadas no período de inverno, atingindo valores maiores que 15 g dia⁻¹ (Figura 11C).

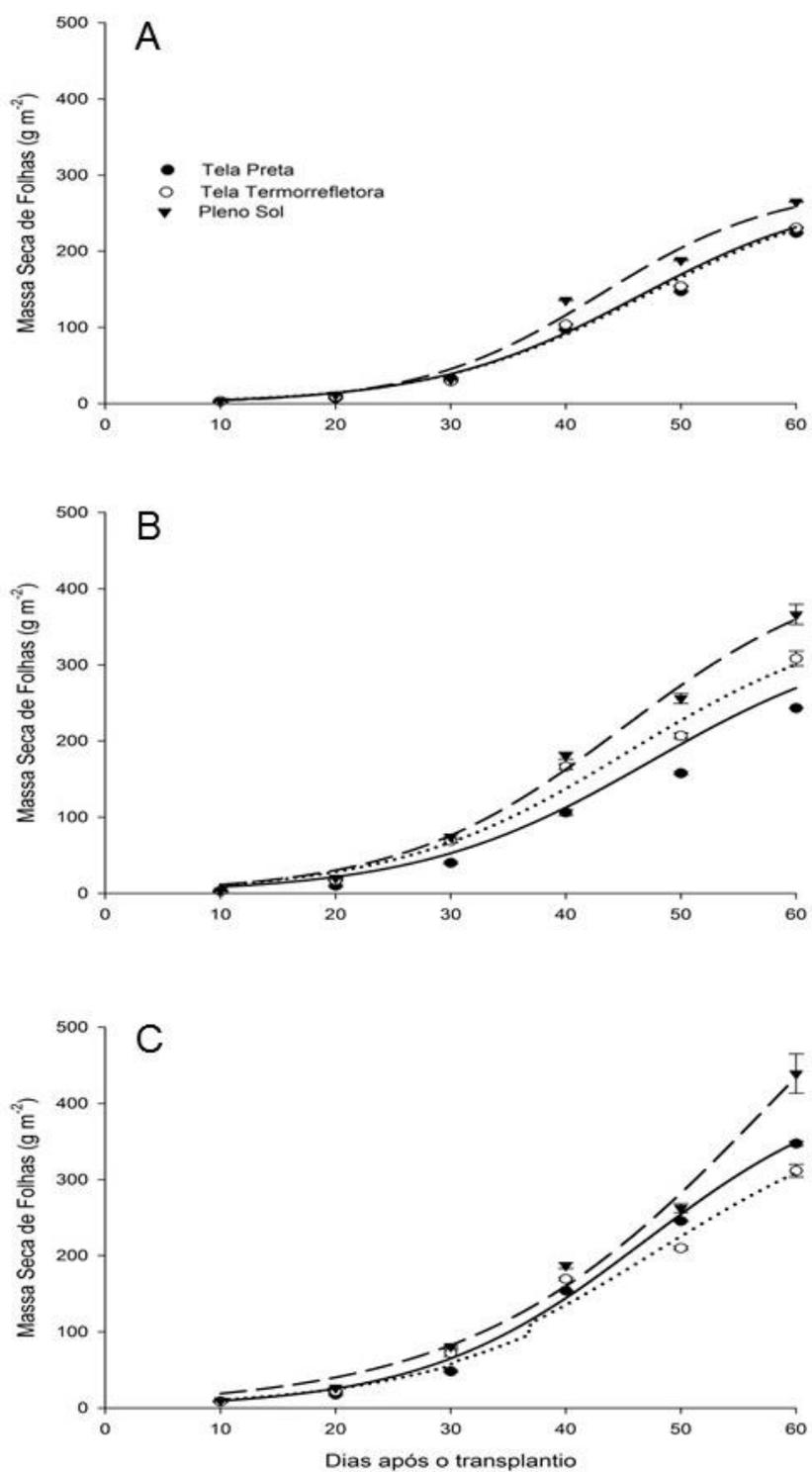


Figura 9. Massa Seca de Folhas (g m^{-2}) de salsa lisa sob telas de sombreamento e a pleno sol nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016

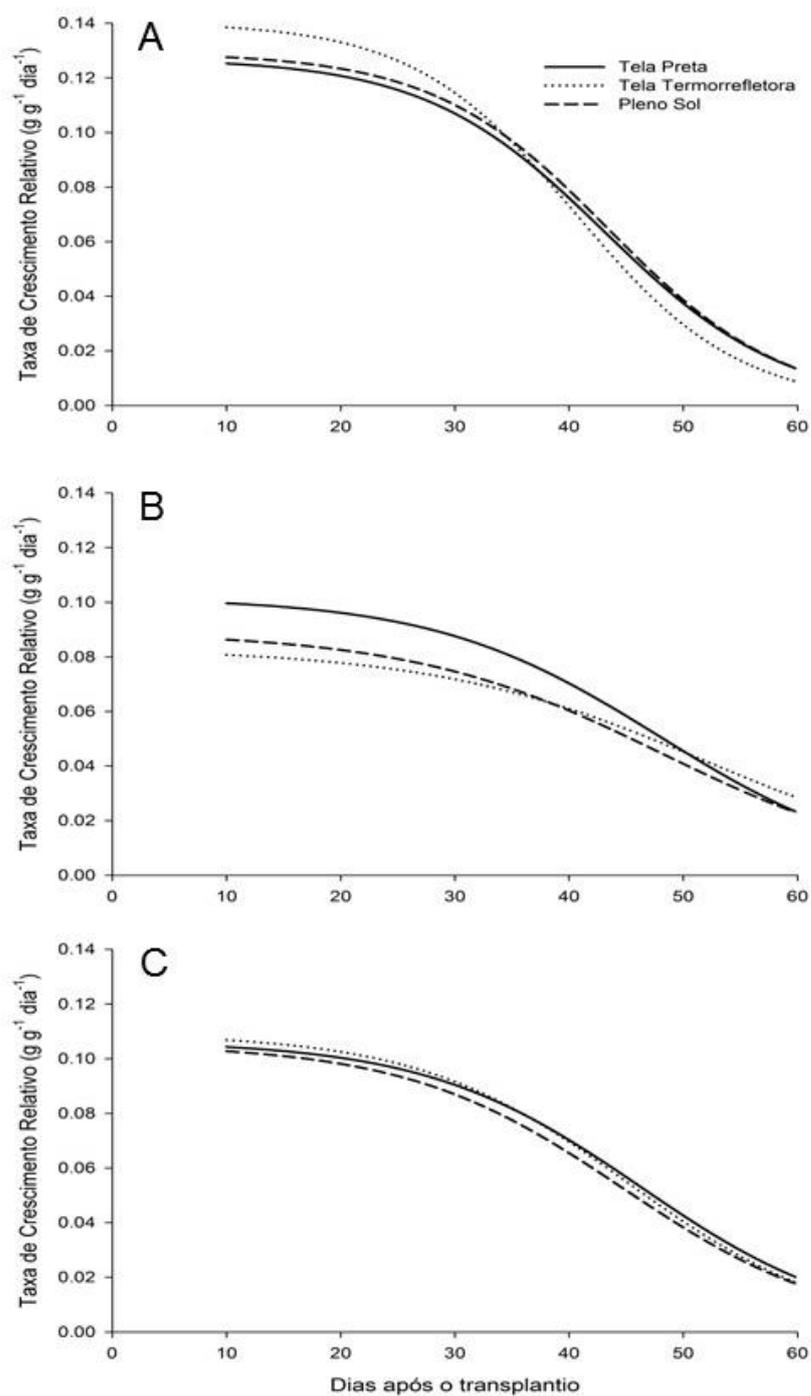


Figura 10. Taxa de Crescimento Relativo – TCR ($\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$) de salsa lisa sob telas de sombreamento e a pleno sol nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016

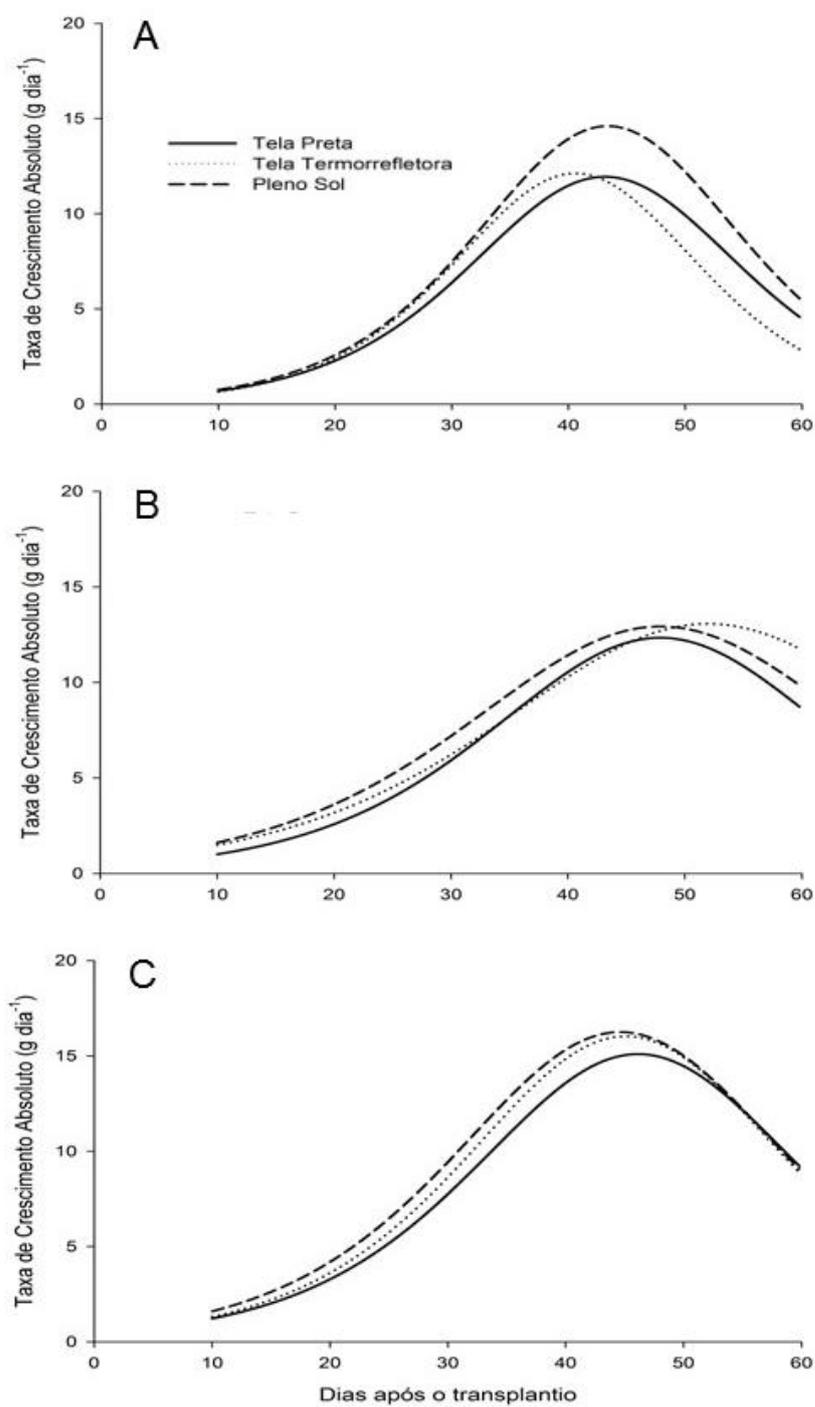


Figura 11. Taxa de Crescimento Absoluto - TCA (g dia^{-1}) de salsa lisa sob telas de sombreamento e a pleno sol nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016

As maiores produtividades (massa fresca por unidade de área) foram observadas no período de inverno, expressas pelas plantas cultivadas a pleno sol. Esse fato deve-se, principalmente pelas temperaturas e condições dessa época do ano, quando as temperaturas médias do ar registradas estiveram entre 7 e 23 °C, aproximadamente, e umidade relativa do ar variando entre 51 e 83%, com poucas chuvas no período. Os valores de radiação solar também foram os menores observados dentre os três períodos em que foram realizados os experimentos. Essas condições são favoráveis ao desenvolvimento da salsa. No entanto, notou-se que, apesar do desenvolvimento em área foliar nos ambientes sombreados ter sido maior, a massa fresca da parte aérea das plantas cultivadas a pleno sol foi superior à das plantas cultivadas sob telas (Tabela 2).

Tabela 2. Produtividade de salsa lisa em função dos ambientes com tela preta, tela termorrefletora e a pleno sol nos experimentos de Primavera, Outono e Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016

Ambientes	Produtividade (g m ⁻²)		
	Primavera	Outono	Inverno
Tela Preta	2,087,2 a	3,975,0 a	4,945,6 b
Tela Termorrefletora	1,662,8 b	2,941,6 b	4,512,3 b
Pleno Sol	1,742,8 b	2,632,0 b	6,016,8 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Dessa forma, analisando somente as produtividades alcançadas nas três épocas de cultivo (Tabela 2), torna-se viável a utilização de tela preta de sombreamento nos períodos de primavera e outono. O cultivo a pleno sol, nas condições de inverno, torna-se mais rentável, dependendo a destinação final do produto.

No entanto, considerando o efeito das telas de sombreamento sobre o aumento da área foliar específica da salsa, caso o objetivo da produção seja a comercialização das plantas *in natura*, a utilização do sombreamento pode ser rentável, principalmente nos períodos de primavera e outono, pois o consumidor busca folhas maiores e maior volume, uma vez que, na maioria dos locais, a venda é feita por volume e não pela massa do produto.

Para a produção do condimento desidratado, a maior massa seca acumulada na parte aérea é mais apreciada, uma vez que esta será comercializada, não mais por volume, e sim, pela densidade do produto.

4.2 CULTIVARES

Os parâmetros de crescimento apresentados foram calculados baseando-se no acúmulo de matéria da parte aérea (MSPA), área foliar total (AF) e massa seca de folhas (MSF) durante o ciclo da cultura. Os dados referentes a MSPA, AF, Altura de plantas (ALT) e MSF foram ajustados em função do tempo (DAT), conforme equações apresentadas na Tabela 5 (APÊNDICE A).

Diferenças significativas entre as cultivares foram evidenciadas nos três experimentos, dependendo da variável analisada. Nos experimentos de primavera e outono foi observado que as maiores médias de área foliar ($\text{dm}^2 \text{ m}^{-2}$) (Figura 12A, 12B) e altura (cm) (Figura 13A, 13B) foram alcançadas pela cultivar Lisa Comum.

No entanto, no experimento de inverno ocorreu uma inversão, em que as plantas da cultivar Graúda Portuguesa alcançaram maior área foliar ($\text{dm}^2 \text{ m}^{-2}$) (Figura 12C). Isto se deve, principalmente, à característica da cultivar Graúda Portuguesa. Apesar de superar a Lisa Comum em área foliar, a Graúda Portuguesa apresentou menor número de folhas (Figura 14C), possivelmente devido à menor quantidade de radiação solar disponível nessa época, que induz esta cultivar à emissão de mais folhas.

Resultados semelhantes a estes foram encontrados por Nohama et al, (2011), que estudando o desempenho de salsa sob diferentes telas de sombreamento (30%, 40% e 50% e a campo aberto), observaram que o sombreamento e a redução de temperatura no experimento foram determinantes para aumentar o número de folhas na cultivar Lisa Preferida, em relação à Graúda Portuguesa.

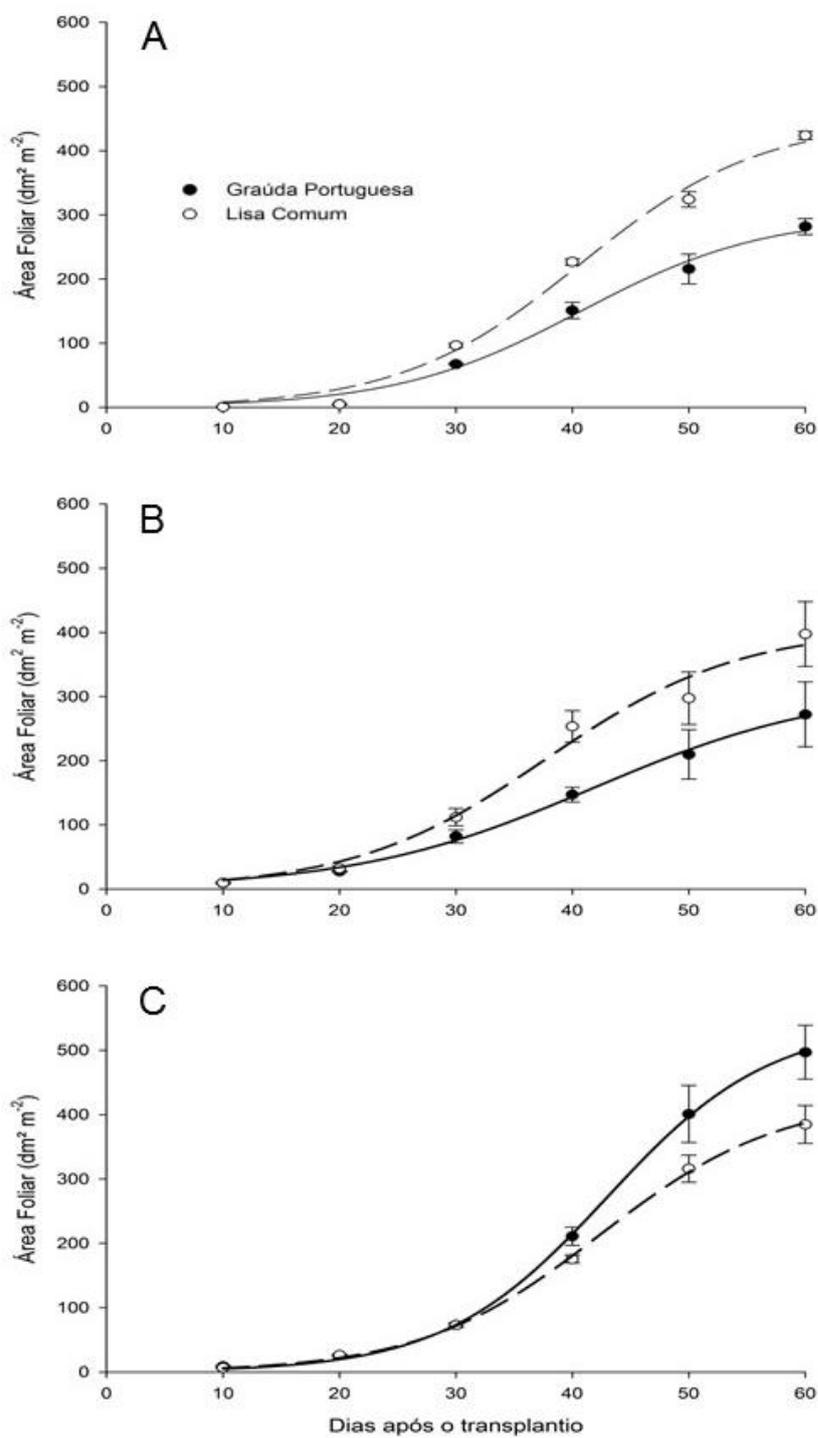


Figura 12. Área Foliar ($\text{dm}^2 \text{m}^{-2}$) de cultivares de salsa (Lisa Comum e Graúda Portuguesa) nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016

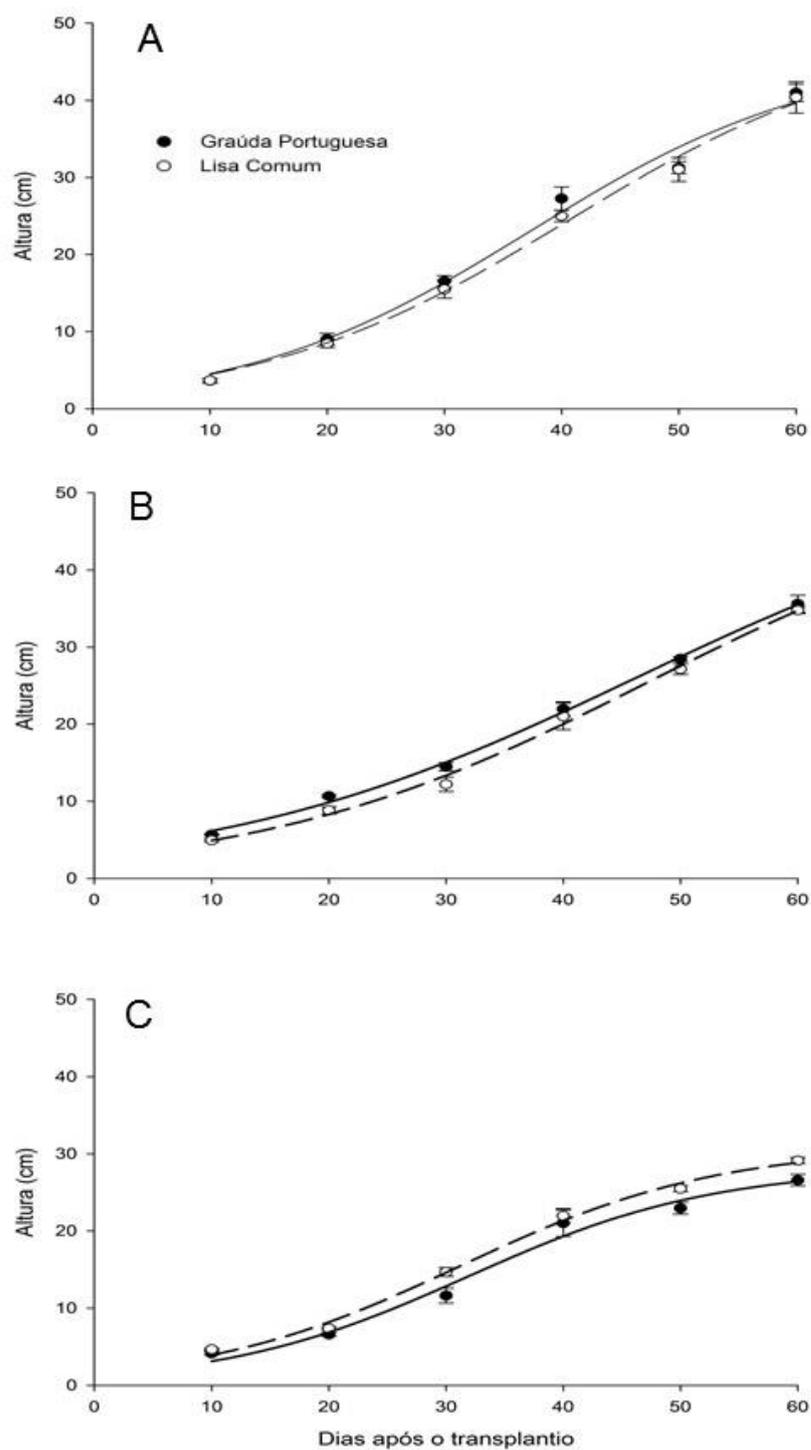


Figura 13. Altura (cm) de cultivares de salsa (Lisa Comum e Graúda Portuguesa) nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016

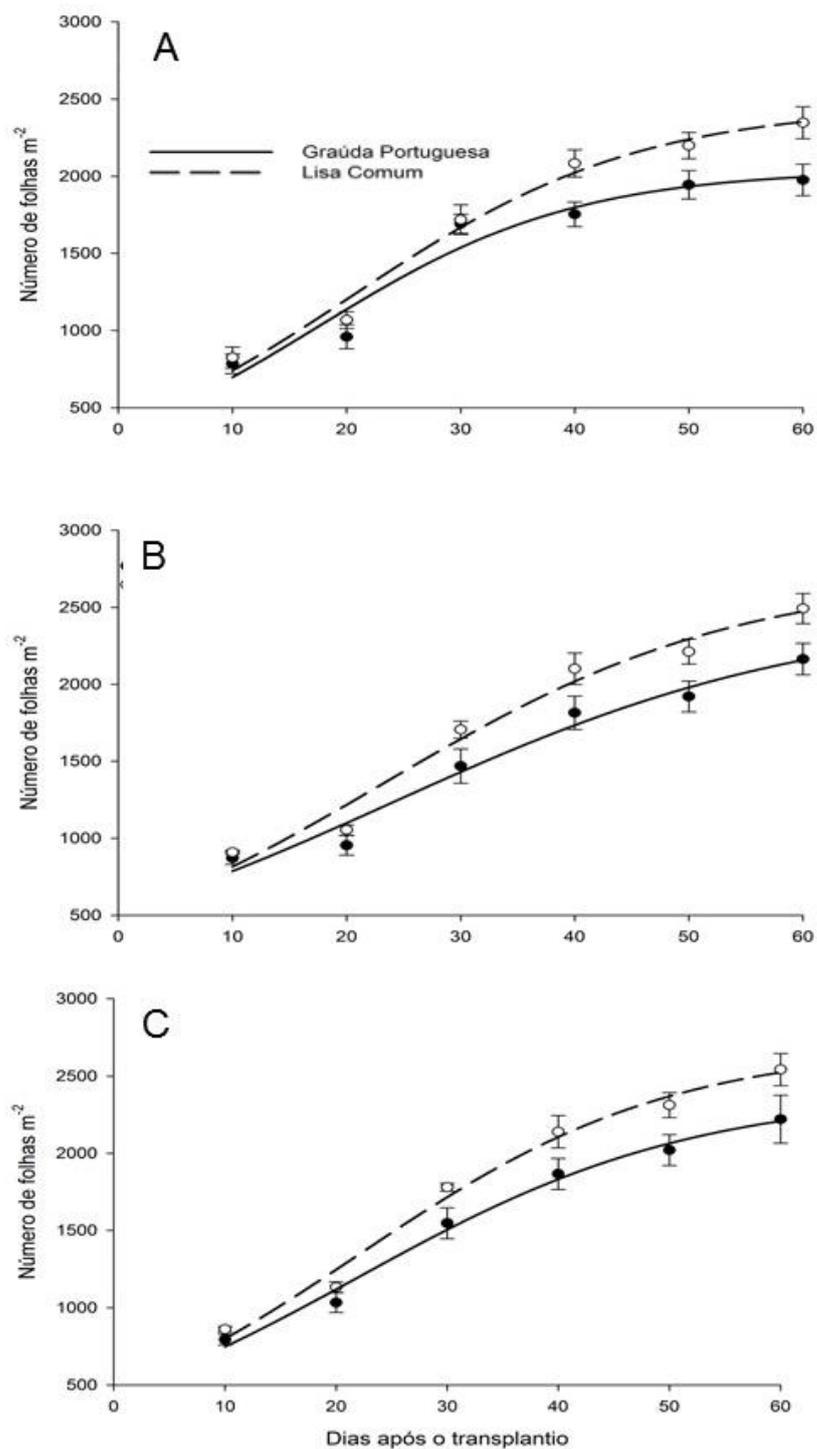


Figura 14, Número de folhas por m² de cultivares de salsa (Lisa Comum e Graúda Portuguesa) nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016

No inverno, as folhas e pecíolos da cultivar Lisa Comum foram mais espessos, o que pode ser evidenciado por meio da análise das médias de AFE (Figura 15C) e RAF (Figura 16C). Considerando-se que essas duas variáveis representam uma razão entre a área foliar disponível (AF) e massa seca de folhas (AFE), e massa seca da parte aérea (RAF), pode-se ter uma ideia da espessura das folhas, uma vez que, quanto maiores os valores de AFE e RAF, menor a espessura das folhas e pecíolos.

O comportamento das plantas nos períodos de primavera e outono foram semelhantes, principalmente, devido às condições de temperatura e radiação solar entre essas épocas. Os valores de AF da cultivar Lisa Comum superaram as médias de Graúda Portuguesa tanto na primavera, quanto no outono (Figura 12A, 12B), isso implicou nos valores de RAF e AFE maiores para Lisa Comum, nessas duas condições (Figura 15A, 15B, 16A, 16B), uma vez que não foi observada diferença entre a MSF das cultivares (Figura 17).

A velocidade média de crescimento, ou taxa de crescimento relativo (TCR), da cultivar Lisa Comum foi maior nos três experimentos (Figura 18). Na primavera, esses valores foram superiores aos do outono e inverno. Desta forma, a cultivar Lisa Comum possui tendência ao acúmulo de massa seca em uma velocidade maior que a Graúda Portuguesa, completando seu ciclo produtivo antes, o que pode ser mais rentoso aos produtores, dependendo do destino final da produção.

Em relação à eficiência em acúmulo de matéria seca (TAL), a cultivar Graúda Portuguesa destacou-se durante a primavera e outono (Figura 19A, 19B), o que resultou em taxa absoluta de crescimento (TCA) maior para esta cultivar, nestes dois períodos (Figura 20A, 20B). Uma vez que a cultivar Graúda Portuguesa foi mais eficiente, em termos de acúmulo de matéria seca por unidade de área da superfície foliar, apresentou também um maior acúmulo de MSPA (Figura 21), ao final do ciclo, em comparação à Lisa Comum.

As diferenças observadas entre Lisa Comum e Graúda Portuguesa podem ter ocorrido devido às características intrínsecas das cultivares avaliadas. Resultado semelhante foi observado por Zuffo et al, (2016), testando diferentes cultivares de alface, as quais mostraram redução dos valores de TCA e TAL a partir da metade do ciclo da cultura em diante, de acordo com cada cultivar.

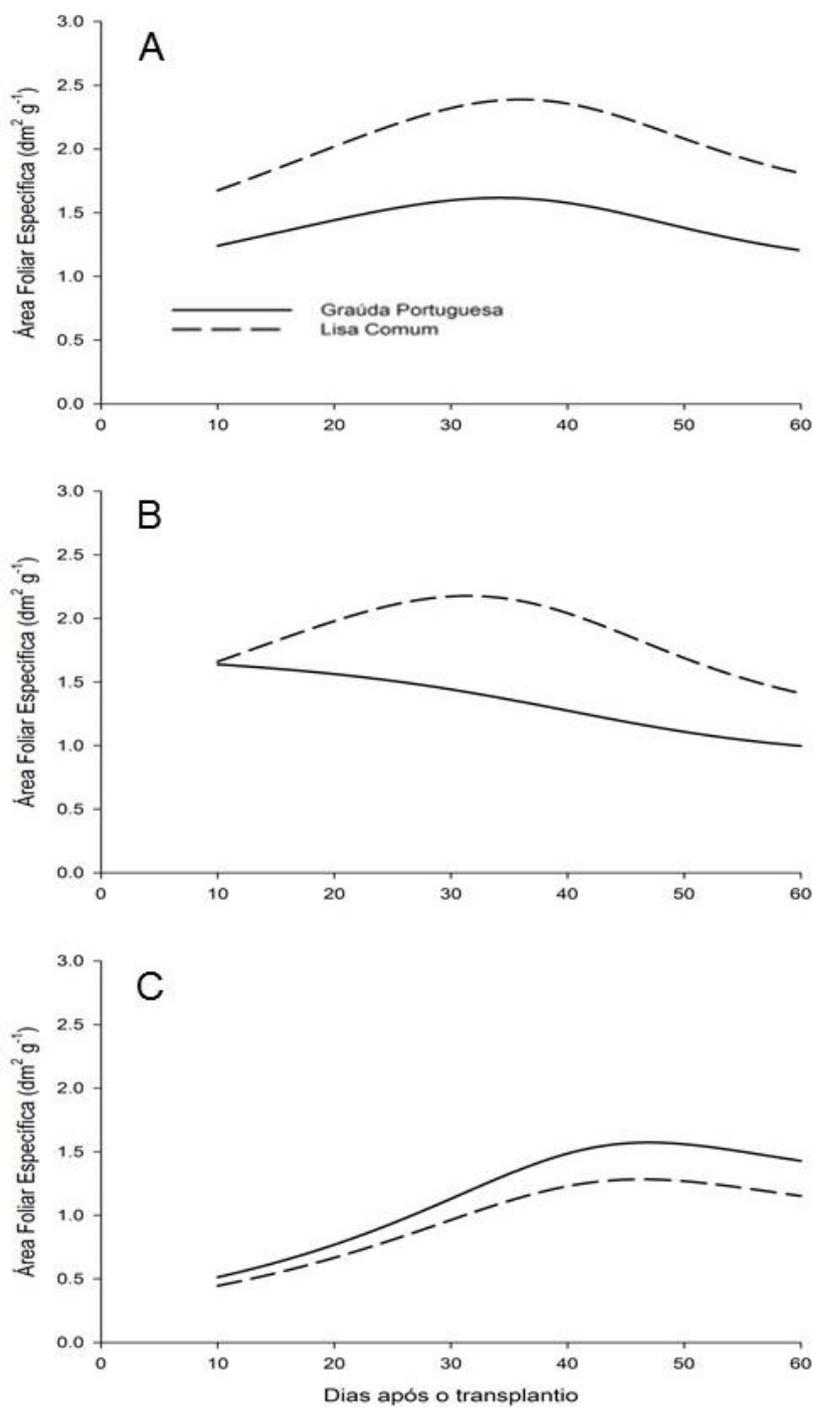


Figura 15. Área Foliar Específica (dm² g⁻¹) de cultivares de salsa (Lisa Comum e Graúda Portuguesa) nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016

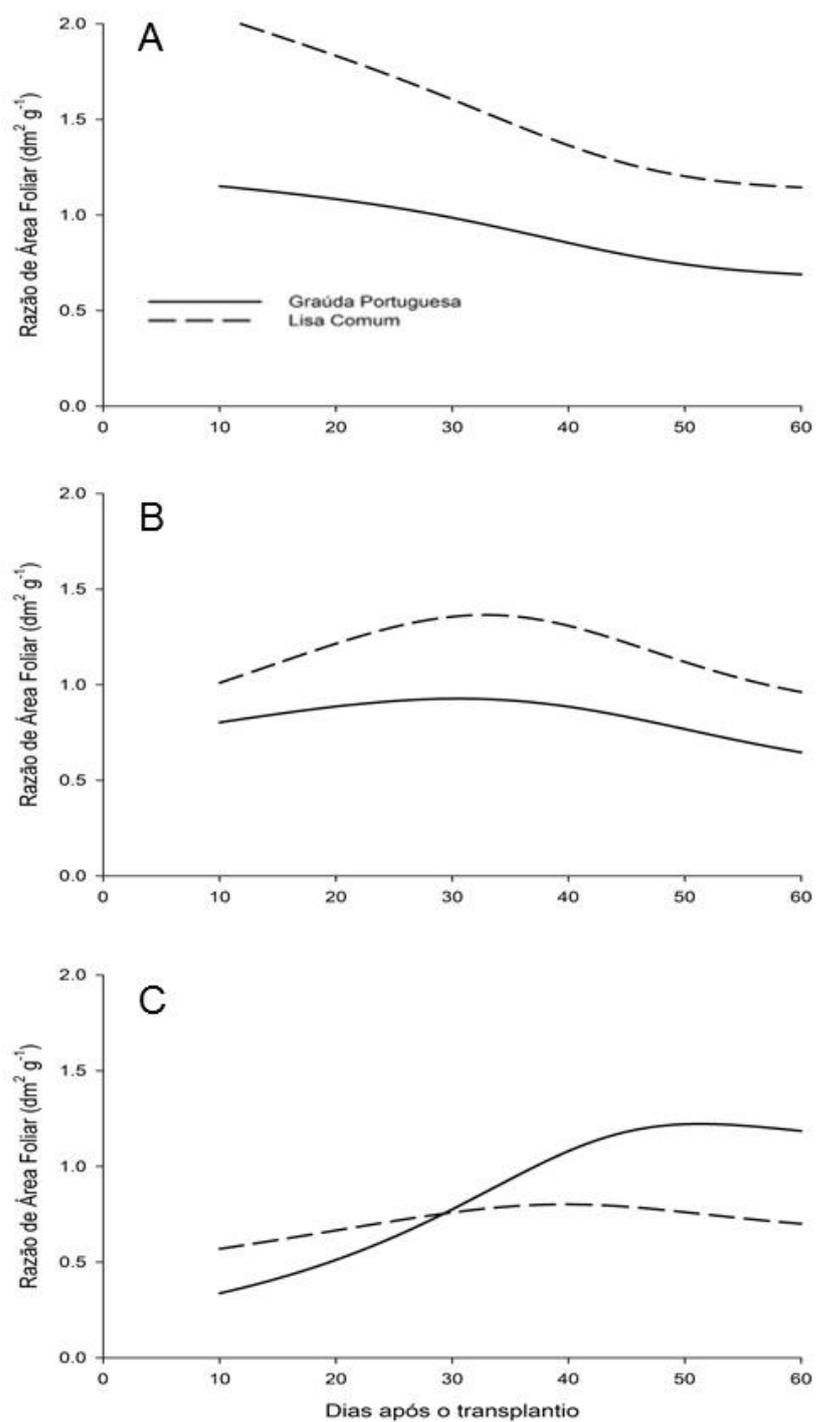


Figura 16. Razão de Área Foliar ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) de cultivares de salsa (Lisa Comum e Graúda Portuguesa) nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016

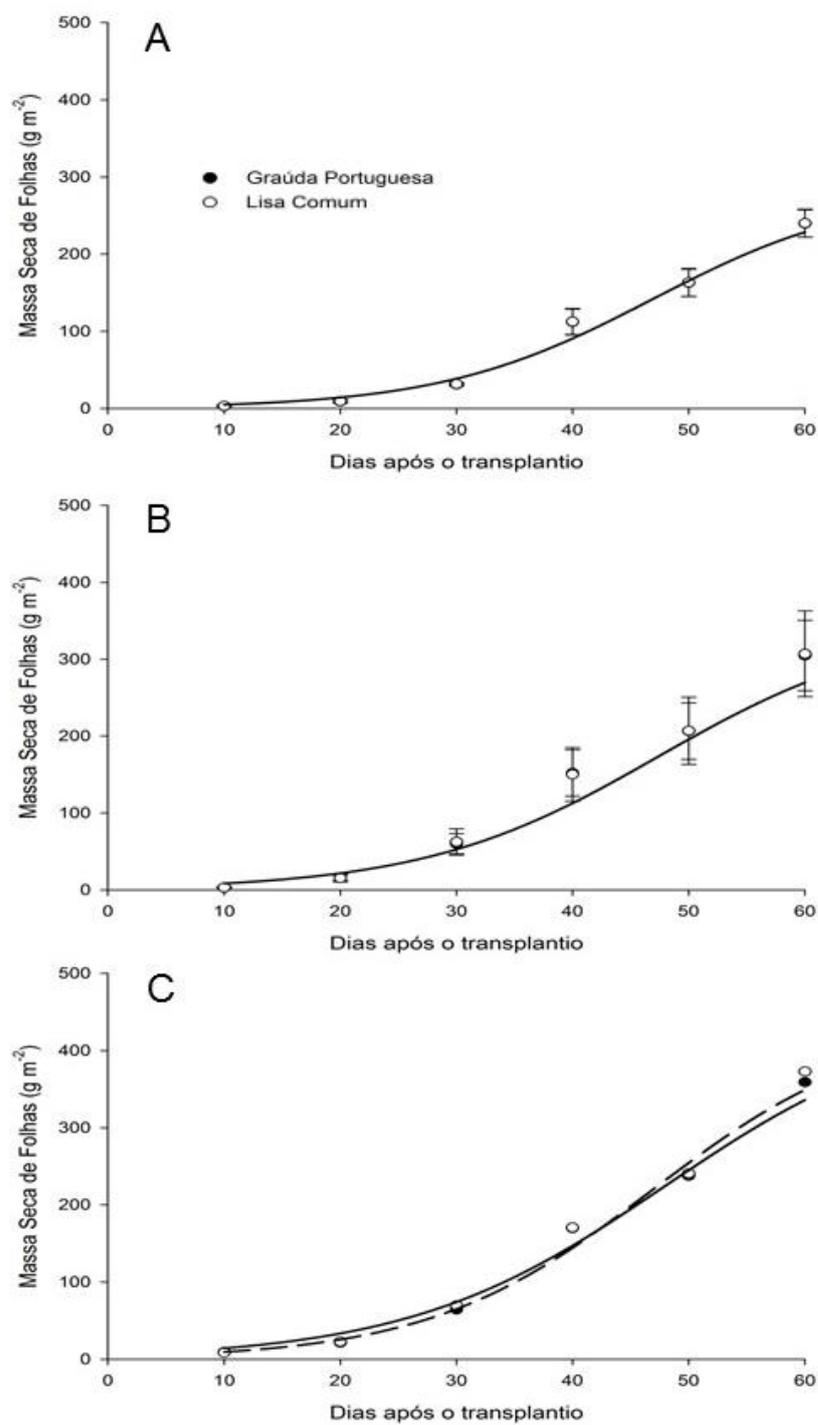


Figura 17. Massa Seca de Folhas (g m^{-2}) de cultivares de salsa (Lisa Comum e Graúda Portuguesa) nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016

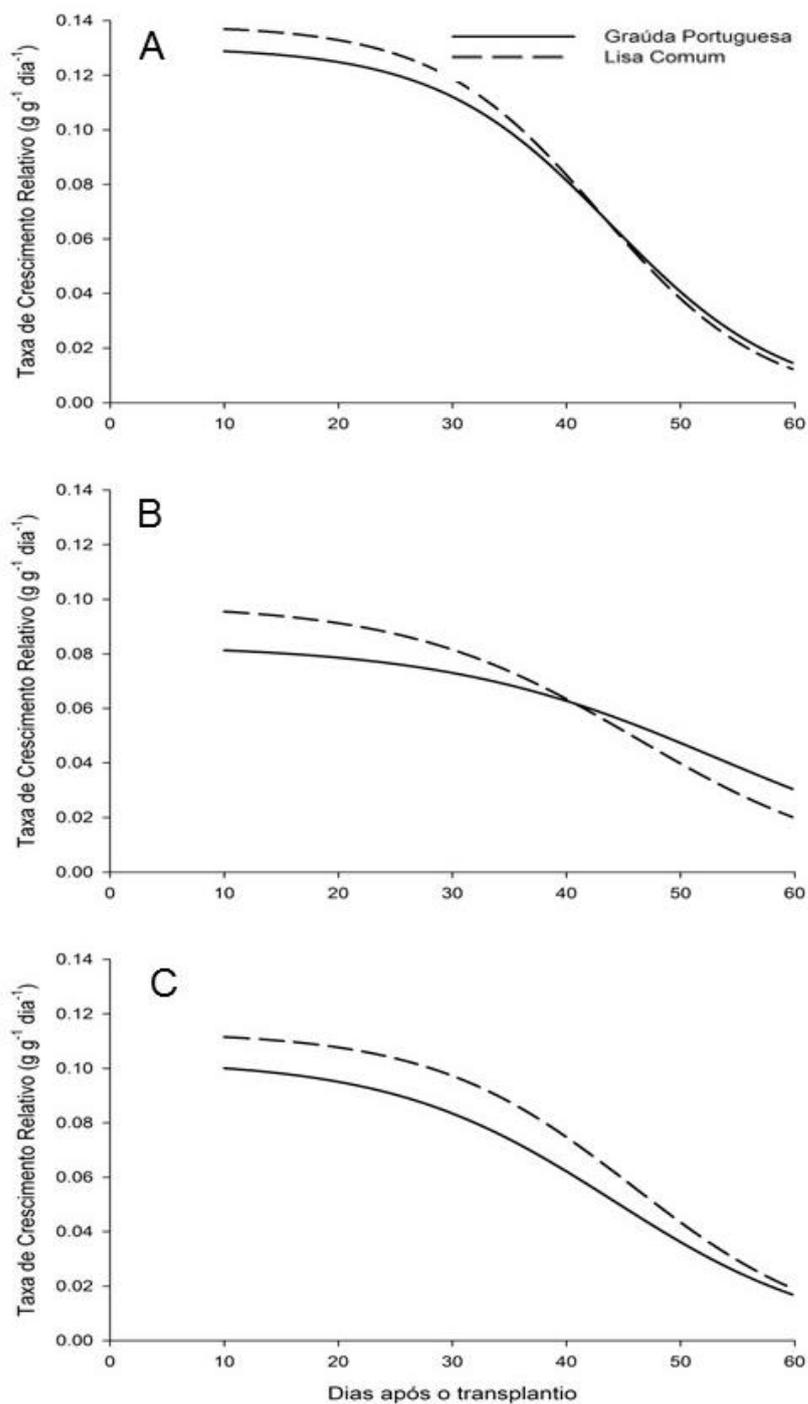


Figura 18. Taxa de Crescimento Relativo – TCR ($\text{g g}^{-1} \text{dia}^{-1}$) de cultivares de salsa (Lisa Comum e Graúda Portuguesa) nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016

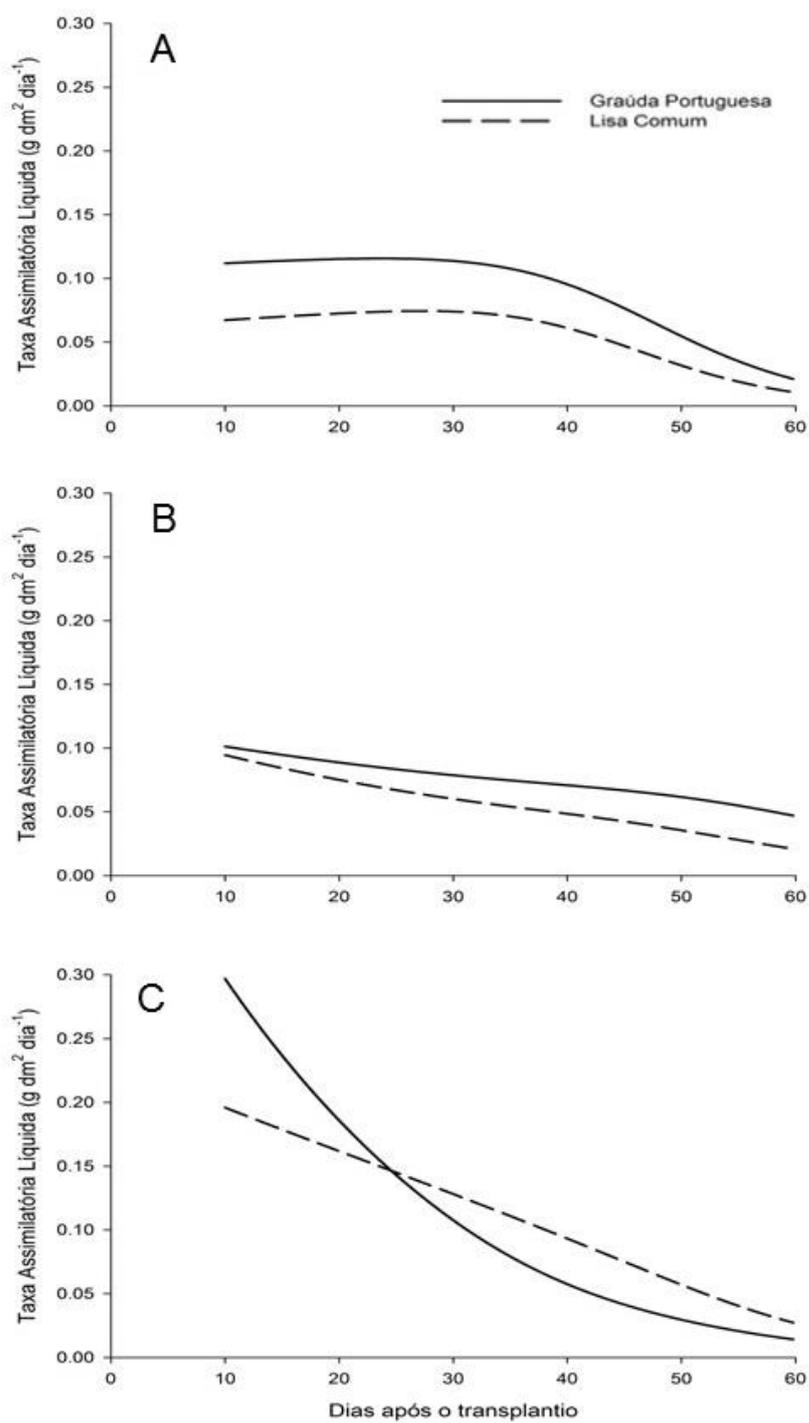


Figura 19. Taxa Assimilatória Líquida – TAL ($\text{g DM}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) de cultivares de salsa (Lisa Comum e Graúda Portuguesa) nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016

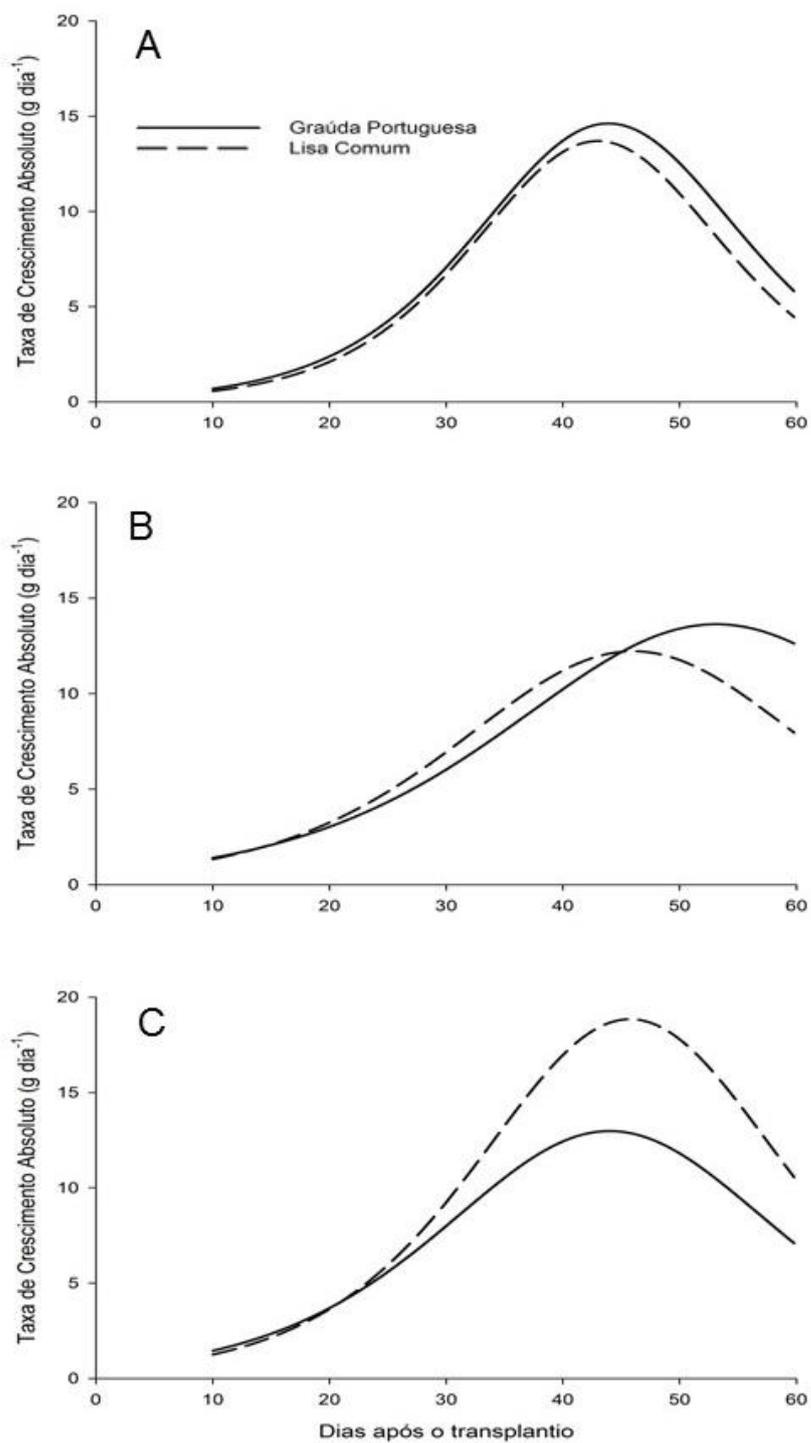


Figura 20. Taxa de Crescimento Absoluto – TCA (g dia⁻¹) de cultivares de salsa (Lisa Comum e Graúda Portuguesa) nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016

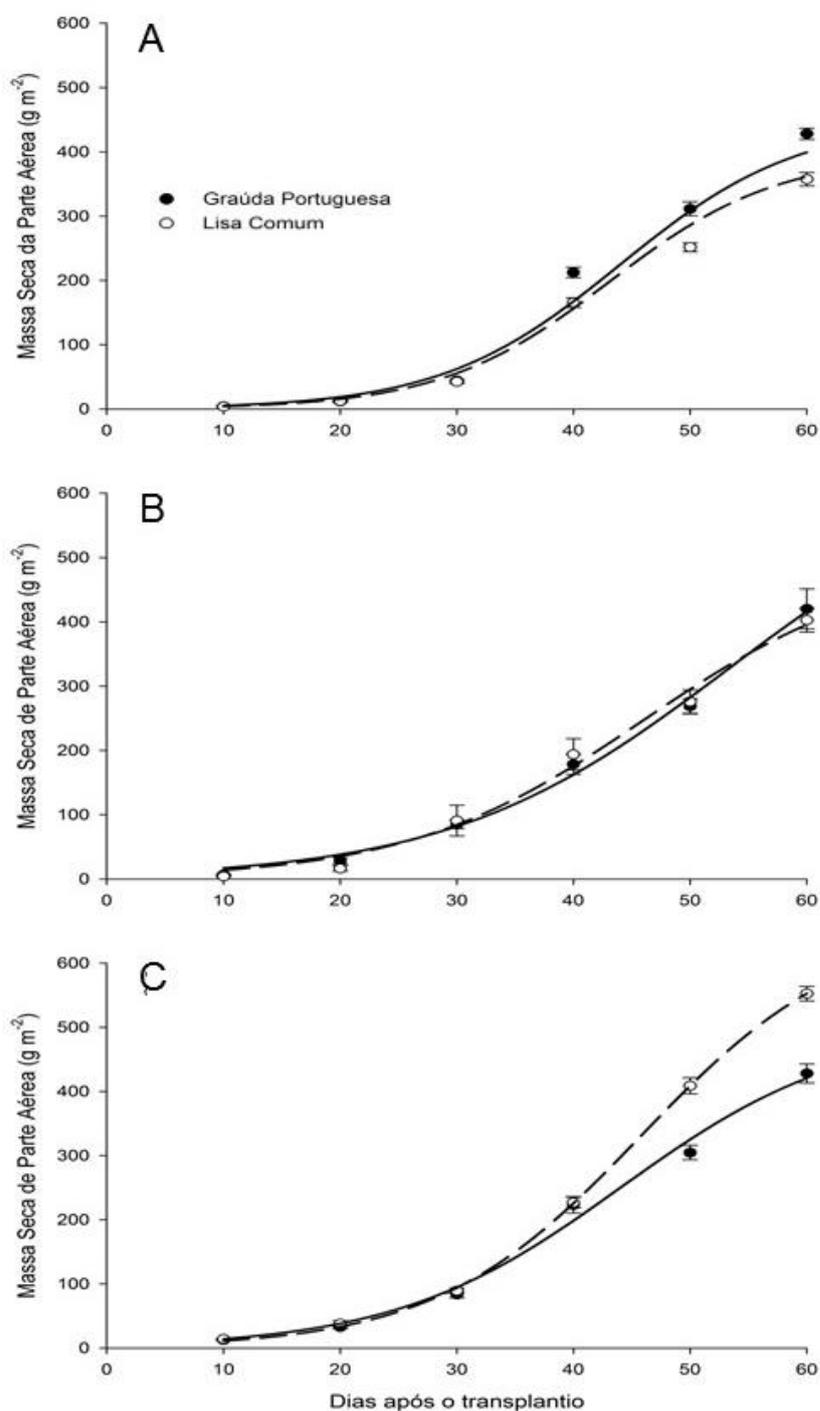


Figura 21. Massa Seca de Parte Aérea (g m^{-2}) de cultivares de salsa (Lisa Comum e Graúda Portuguesa) nas condições de (A) Primavera; (B) Outono e (C) Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016

Ambas cultivares demonstraram crescimento semelhante na primavera e outono, inclusive no que diz respeito à produtividade, aos 60 DAT, o que leva ao entendimento que, mesmo com características morfológicas distintas, as cultivares de salsa lisa testadas reagiram de forma semelhante nestas condições do ano.

No período do inverno, a cultivar Lisa Comum apresentou melhor rendimento em massa fresca por unidade de área (Tabela 3). Essa superioridade é decorrente do maior número de folhas apresentado por essa cultivar.

Tabela 3. Produtividade de cultivares de salsa lisa nos experimentos de Primavera, Outono e Inverno, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016

Cultivares	Produtividade (g m ⁻²)		
	Primavera	Outono	Inverno
Graúda Portuguesa	2.201,8 a	3.293,4 a	4.934,0 b
Lisa Comum	2.126,8 a	3.072,3 a	5.382,5 a

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey, a 5% de significância.

A partir dos dados de produtividade obtidos, observou-se que, o período de inverno é o mais propício ao plantio da salsa, caso o objetivo seja a comercialização da planta *in natura*, a cultivar Lisa Comum seria a mais indicada nesta época por sua rentabilidade.

5. CONCLUSÕES

Plantas de salsa cultivadas na primavera e no outono apresentaram expansão de área foliar, folhas mais tenras e menor acúmulo de massa seca sob tela de sombreamento preta.

No inverno, o uso do sombreamento pode ser irrelevante ou até mesmo prejudicial para a salsa, indicando que a redução da radiação solar sobre as plantas nesse período não é viável para o desenvolvimento da cultura.

A cultivar Lisa Comum destaca-se para produção nos períodos de primavera, outono e inverno.

Os maiores valores médios de produtividade foram alcançados pelas plantas cultivadas no inverno, destacando-se as plantas cultivadas a pleno sol.

Caso o objetivo da produção seja a comercialização das plantas *in natura*, a melhor opção de cultivo, no período de inverno, é a utilização da cultivar Lisa Comum em cultivo a pleno sol.

Nos períodos de primavera e outono, o uso da tela preta é eficiente na produção de plantas com maior produtividade em ambas as cultivares.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABAURRE, M.E.O. **Crescimento e produção de duas cultivares de alface sob malhas termorrefletoras e difusoras no cultivo de verão**. 2004. 78p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- ALLEN, R; L.S. PEREIRAS; D. RAEKS y M. SMITH: Evapotranspiración del cultivo, 298pp., Guías para la determinación de los requerimientos de agua de los cultivos, **Estudio FAO Riego y Drenaje**, No. 56, Roma, Italia, 2006
- ALTIERI, M.A.; SILVA, E.N.; NICHOLLS, C.I. **O papel da biodiversidade no manejo de pragas**. Ribeirão Preto: Holos, p. 226. 2003
- AQUINO, L.A.; PUIATTI, M.; ABAURRE, M.E.O.; CECON, P.R.; PEREIRA, P.R.G.; PEREIRA, F.H.F.; CASTRO, M.R.S. Produção de biomassa. acúmulo de nitrato, teores e exportação de macronutrientes da alface sob sombreamento. **Horticultura Brasileira** v.25. p.381-386. 2007.
- BARREIRO, A.P.; ZUCARELI, V.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. Análise de crescimento de plantas de manjeriço tratadas com reguladores vegetais. **Bragantia**, Campinas. v.65. n.4. p.563-567. 2006.
- BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas**. Jaboticabal: FUNEP. 2003. 42 p.
- BHERING, A.S. **Efeito das malhas termorrefletora, difusora e sombrite no crescimento e produtividade do brócolis**. 2013. 48p. Dissertação. (Mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- BRAGA, A. H.; RIBEIRO, T. C.; PONCE, F. S. Desempenho de cultivares de salsa sob telas de sombreamento, Termo-refletoras e campo aberto. Congresso de Iniciação Científica. 8. **Anais...** Cáceres/MT. Brasil. 22-24 abril 2013. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação - PRPPG. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT. 2013.
- CAVIGLIONE, J.H.; KIIHL, L.R.B.; CARAMORI, P.H.; OLIVEIRA, D. **Cartas climáticas do Paraná**. IAPAR. 2000. (CD-ROM)
- COSTA, C.M.F.; SEABRA JÚNIOR, S.; ARRUDA, G.R.; SOUZA, S.B.S. Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 32. n. 1. p. 93-102. 2011.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes: Diversidade Genética**. Editora UFV, Viçosa (MG). 278p. 2008.
- DIAS, L. A. S.; BARROS, W. S. **Biometria Experimental**. 1. ed. Viçosa: Suprema Gráfica e Editora Ltda. 2009. 408p.
- FACTOR, T.L.; PURQUERIO, L.F.V.; LIMA JÚNIOR, S. Produção de salsa em função do período de cobertura com Agrotêxtil. **Horticultura Brasileira**. Brasília, v.26. n.2. S4228-S4232. 2008.
- FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV. p. 13-21. 2008.

GINEGAR POLYSACK BRASIL. MALHAS TERMORREFLETORAS ALUMINET®.

Disponível em:

<<http://www.ginegarpolysack.com.br/produto&cod=1&nomTitulo=Malhas+Termorrefletores+Aluminet%C2%AE&it=P>>. Acesso em 31 jan. 2017.

GOBBI, K.F.; GARCIA, R.; VENTRELLA, M.C.; GARCEZ NETO, A.F.; ROCHA, G.C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Viçosa, v. 40. n. 7. p. 1436-1444. 2011.

GUIMARÃES, R.J. Análise do crescimento e da quantificação de nutrientes em mudas de cafeeiro (*Coffea arabica* L.), durante seus estádios de desenvolvimento em substrato padrão. 1994. 113 p. Dissertação. (Mestrado em Fitotecnia). ESAL, Lavras, MG.

HEREDIA, N.A.Z.; VIEIRA, M.C.; WEISMANN, M.; LOURENÇÃO, A.L.F. Produção e renda bruta de cebolinha e de salsa em cultivo solteiro e consorciado. **Horticultura Brasileira**. Brasília. v.21. n.3. p. 574-577. 2003.

HIRATA, A.C.S.; HIRATA, E.K. Desempenho produtivo do agrião d'água cultivado em solo sob telas de sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** [online]. Brasília. v.50. n.10. p.895-901. 2015.

HUNT, S. Measurements of photosynthesis and respiration in plants. **Physiology Plant**.. v.117. p.314- 325. 2003.

JUDD, W.S.; KELLOGG, E.A.; STEVENS, P.F. **Sistemática vegetal: um enfoque filogenético**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed. 2009. p.612.

KENDRICK, R.E.; FRANKLAND, B. **Fitocromo e crescimento vegetal**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1981. 76p.

LEITE, C.A. Efeito de aluminet em estufa de *Pinus y Eucalyptus*. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE CULTIVO PROTEGIDO. 2000. Holambra. **Anais...** Holambra: Polysack. 2000.

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa do crescimento. In: FERRI. M.G. **Fisiologia Vegetal**. EPU/EDUSP. São Paulo. 1979. v. 1. p. 331-350.

MAKISHIMA, N. Aspectos Gerais da cultura da salsa. **Informe agropecuário**. v. 10. n. 120. p. 78-80. 1984.

MARTINS, G. Cultivo em ambiente protegido – o desafio da plasticultura. In: NEVES. S.M.A.S. 2006. Condição climática de Cáceres/MT. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA – Os climas e a produção do Espaço no Brasil. 2006. Rondonópolis/MT. **Anais/artigos do Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**. v. 2006.

NEVES, J.F.; NODARI, I.D.E.; SEABRA JUNIOR, S.; DIAS, L.D.; SILVA, L.B.; DALLACORT, R. Produção de cultivares de alface americana sob diferentes ambientes em condições tropicais. **Revista Agro@ambiente** [On-line]. Boa Vista. v. 10. n. 2. p. 130 - 136. 2016.

NOHAMA, M.T.R.; RODRIGUES, L.F.O.S.; SEABRA JUNIOR, S.; SILVA, M. B; OLIVEIRA, R.G.; NUNES, M.C.M. Desempenho de salsa sob diferentes telas de sombreamento. **Horticultura Brasileira**. Brasília. v.29. n.2. p.103-109. 2011.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15 ed. Piracicaba: FEALQ. 2009. 451p.

R CORE TEAM, R. **A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing. Vienna. Austria. URL: <<https://www.R-project.org/>>. 2016.

RAMPAZZO, R.; SEABRA JUNIOR, S.; NUNES, M.C.M.; NEVES, S.M.A.S.; FERREIRA, R.F. Eficiência de telas termorrefletoras e de sombreamento em ambiente protegido tipo telado sob temperaturas elevadas. **Engenharia na Agricultura**. Viçosa. v.22 n.1. p.33-42. 2014.

RICARDO, A.S.; VARGAS, P.F.; FERRARI, S.; PAVARINI, G.M.P. Telas de sombreamento no desempenho de cultivares de alface. **Nucleus**. Ituverava. v. 11. n. 2. p. 433-442. 2014.

RODRIGUES, A.P.A.C.; LAURA, V.A.; CHERMOUTH, K.S.; GADUM, J. Absorção de água por semente de salsa. em duas temperaturas. **Revista Brasileira de Sementes**. Londrina. v. 30. n.1. p.49-54. 2008.

RYDER, E.J. **Crop production science in horticulture: Lettuce, endive and chicory**. US Department of Agriculture. Agricultural Reserach Service. Salinas. USA. 1999. 208p.

SANTANA, C.V.S.; ALMEIDA, A.C.; TURCO, S.H.N. Produção de alface roxa em ambientes sombreados na região do submédio São Francisco-BA. **Revista Verde**. Mossoró. v.4. p. 01-06. 2009.

SANTANA, J.C. **Ambiência no crescimento e produção de alface, em ambiente protegido, com e sem tela termorrefletora**. 2009. 59 p. Dissertação. (Mestrado em Agronomia / Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon.

SANTOS, H.G.; JACOMINE, P.K.T.; ANJOS, L.H.C.; OLIVEIRA, V.A.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; ALMEIDA, J.A.; CUNHA, T.J.F.; OLIVEIRA, J.B. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. - 3 ed. rev. ampl. - Brasília. DF: Embrapa. 2013. 353 p.

SANTOS, L.L.; JUNIOR, S.S.; NUNES, M.C.M. Luminosidade. Temperatura do ar e do solo em Ambientes de Cultivo Protegido. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**. Alta Floresta. v.8. n.1. p.83- 93. 2010.

SEABRA JUNIOR, S. Desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob altas temperaturas. **Horticultura Brasileira**. Brasília. v. 27. n. 2. ago. 2009.

SEABRA JUNIOR, S; SOUZA, S.B.S.; NEVES, L.G.; THEODORO, V.C.A.; NUNES, M.C.M.; NASCIMENTO, A.S.; RAMPAZZO, R.; LUZ, A.O.; LEÃO, L.L. 2010. Desempenho de cultivares de alface tipo crespa sob diferentes telas de sombreamento no período de inverno. **Horticultura Brasileira**. Brasília. v.28. p.S252-S259. 2010.

SOUSA, I.F., FACCIOLLI, G., NETTO, A.O.A, SILVA, A.A.G. & QUEIROZ, M.Q. Estudo do Coeficiente de Cultura do Coentro na Região Agreste do Estado de Sergipe. XVII Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. (2011).

SOUZA, V.C.; LORENZI, H.; **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Angiospermas da flora brasileira**. Baseado em APG II. Nova Odessa. SP: Instituto Plantarum. 2005. p. 640.

TAIZ, L; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed. 2010. 719p.

TRANI, P.E. Calagem e adubação para hortaliças sob cultivo protegido. **Revista Campo & Negócio HF**. Uberlândia. v.2. n.23. p.40-43. abr. 2007.

ZECCA, A.G.D. **Introdução à botânica sistemática**. Apostila Botânica Agrícola. p. 77-78. 2008.

ZUFFO, A.M.; ZUFFO JÚNIOR, J.M.; SILVA, L.M.A.; SILVA, R.L.; MENEZES, K. O. Análise de crescimento em cultivares de alface nas condições do sul do Piauí. **Revista Ceres** [online]. 2016. vol.63. n.2. pp.145-153.

APÊNDICE A – TABELAS

Tabela 4. Equações de ajuste das variáveis MS, AF e Altura de Plantas, de cultivares de salsa lisa em função do tempo para os ambientes com tela preta, tela termorrefletora e a Pleno sol, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016

Época	Variável	Tela Preta		Tela Termorrefletora		Pleno Sol	
		Equação	R ²	Equação	R ²	Equação	R ²
Primavera	ALT	$50,85/(1+e^{-(x-40,63)/12,00})$	0,98	$47,27/(1+e^{-(x-36,63)/12,82})$	0,98	$43,22/(1+e^{-(x-38,66)/13,33})$	0,98
	AF	$518,18/(1+e^{-(x-43,32)/8,14})$	0,98	$430,76/(1+e^{-(x-39,40)/7,68})$	0,99	$177,59/(1+e^{-(x-35,98)/6,57})$	0,98
	MS	$376,07/(1+e^{-(x-43,22)/7,87})$	0,96	$345,81/(1+e^{-(x-40,69)/7,13})$	0,95	$451,07/(1+e^{-(x-43,45)/7,72})$	0,97
Outono	ALT	$63,63/(1+e^{-(x-54,88)/17,16})$	0,98	$38,99/(1+e^{-(x-35,36)/12,73})$	0,98	$41,10/(1+e^{-(x-38,47)/14})$	0,98
	AF	$522,29/(1+e^{-(x-45,77)/10})$	0,99	$421,35/(1+e^{-(x-38,76)/8,87})$	0,99	$185,72/(1+e^{-(x-32,31)/6,58})$	0,99
	MS	$483,15/(1+e^{-(x-47,89)/9,78})$	0,99	$614,67/(1+e^{-(x-51,54)/11,78})$	0,98	$569,70/(1+e^{-(x-47,70)/10,99})$	0,98
Inverno	ALT	$30,45/(1+e^{-(x-33,31)/12,10})$	0,98	$29,59/(1+e^{-(x-30,09)/8,86})$	0,98	$27,63/(1+e^{-(x-30,90)/9,40})$	0,97
	AF	$517,74/(1+e^{-(x-43,30)/8,13})$	0,99	$430,49/(1+e^{-(x-39,98)/7,67})$	0,99	$177,54/(1+e^{-(x-35,98)/6,57})$	0,98
	MS	$563,24/(1+e^{-(x-46,16)/9,31})$	0,99	$583,23/(1+e^{-(x-45,13)/9,08})$	0,99	$613,82/(1+e^{-(x-44,63)/9,41})$	0,99

Tabela 5. Equações de ajuste das variáveis MS, AF e Altura de Plantas, de cultivares de salsa (Graúda Portuguesa e Lisa Comum) em função do tempo, Marechal Cândido Rondon, PR, 2016

Época	Variável	Graúda Portuguesa		Lisa Comum	
		Equação	R ²	Equação	R ²
Primavera	ALT	$44,54/(1+e^{-(x-36,33)/11,48})$	0,98	$46,67/(1+e^{-(x-39,17)/12,29})$	0,99
	AF	$299,47/(1+e^{-(x-40,72)/7,93})$	0,98	$447,80/(1+e^{-(x-40,71)/7,72})$	0,98
	MS	$448,73/(1+e^{-(x-43,98)/7,67})$	0,98	$396,24/(1+e^{-(x-43,09)/7,23})$	0,99
Outono	ALT	$44,47/(1+e^{-(x-40,34)/14,85})$	0,98	$44,90/(1+e^{-(x-42,80)/14,41})$	0,98
	AF	$312,41/(1+e^{-(x-41,60)/10,15})$	0,99	$406,24/(1+e^{-(x-37,77)/8,27})$	0,98
	MS	$375,87/(1+e^{-(x-43,21)/7,86})$	0,97	$345,70/(1+e^{-(x-40,68)/7,12})$	0,95
Inverno	ALT	$27,73/(1+e^{-(x-31,52)/9,87})$	0,98	$30,28/(1+e^{-(x-30,73)/10,18})$	0,99
	AF	$542,54/(1+e^{-(x-42,97)/6,99})$	0,99	$426,25/(1+e^{-(x-42,36)/7,70})$	0,99
	MS	$499,57/(1+e^{-(x-43,98)/9,59})$	0,99	$662,35/(1+e^{-(x-45,81)/8,77})$	0,99

APÊNDICE B – DADOS CLIMATOLÓGICOS

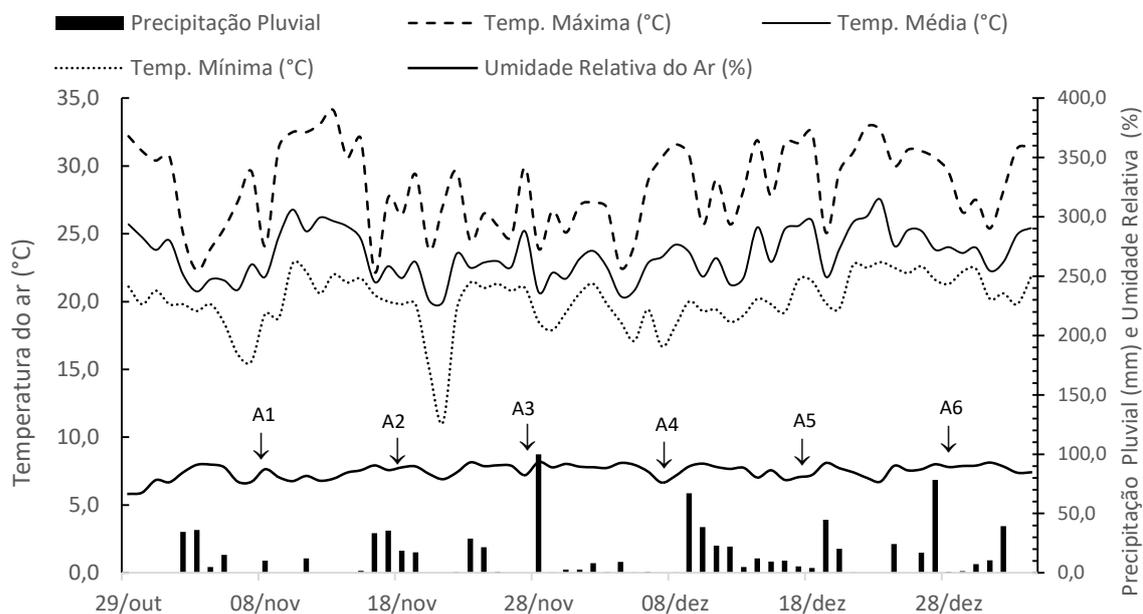


Figura 22. Precipitação Pluvial (mm), Temperaturas máxima, média e mínima do ar (°C) e Umidade Relativa do Ar (%) diária entre os meses de outubro e dezembro de 2015, Marechal Cândido Rondon (PR)

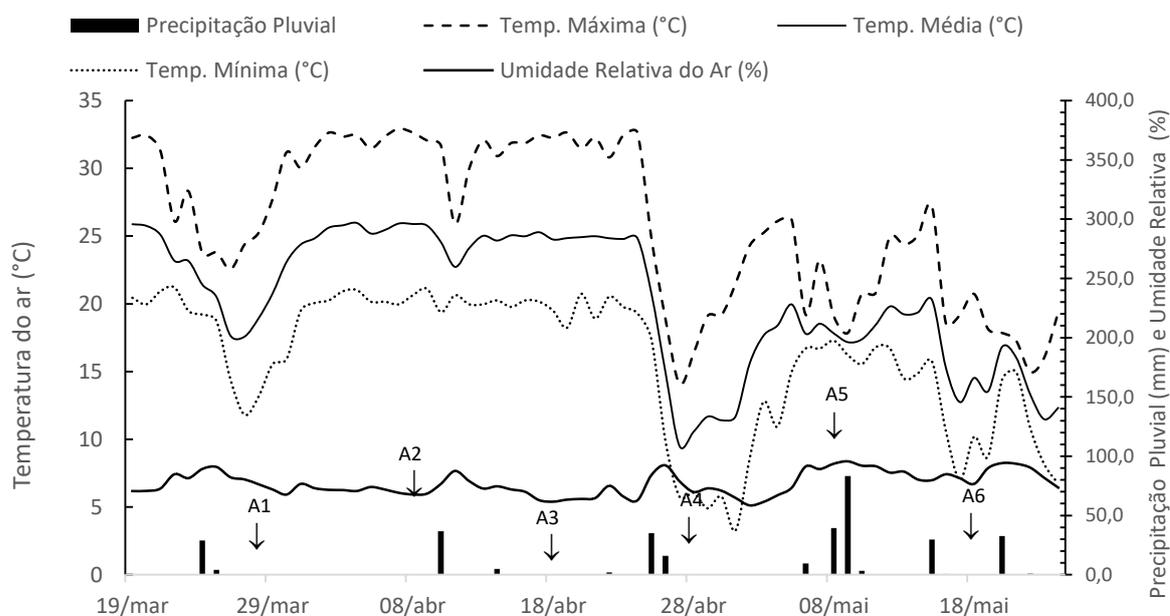


Figura 23. Precipitação Pluvial (mm), Temperaturas máxima, média e mínima do ar (°C) e Umidade Relativa do Ar (%) diária entre os meses de março e maio de 2016, Marechal Cândido Rondon (PR)

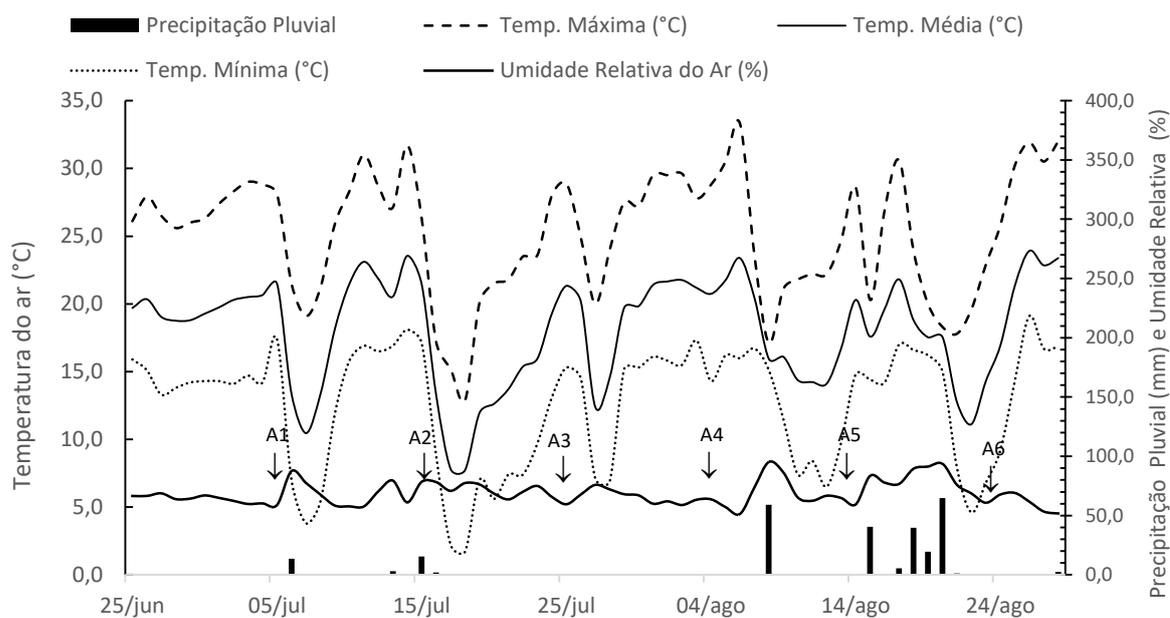


Figura 24. Precipitação Pluvial (mm), Temperaturas máxima, média e mínima do ar (°C) e Umidade Relativa do Ar (%) diária entre os meses de junho e agosto de 2016, Marechal Cândido Rondon (PR)

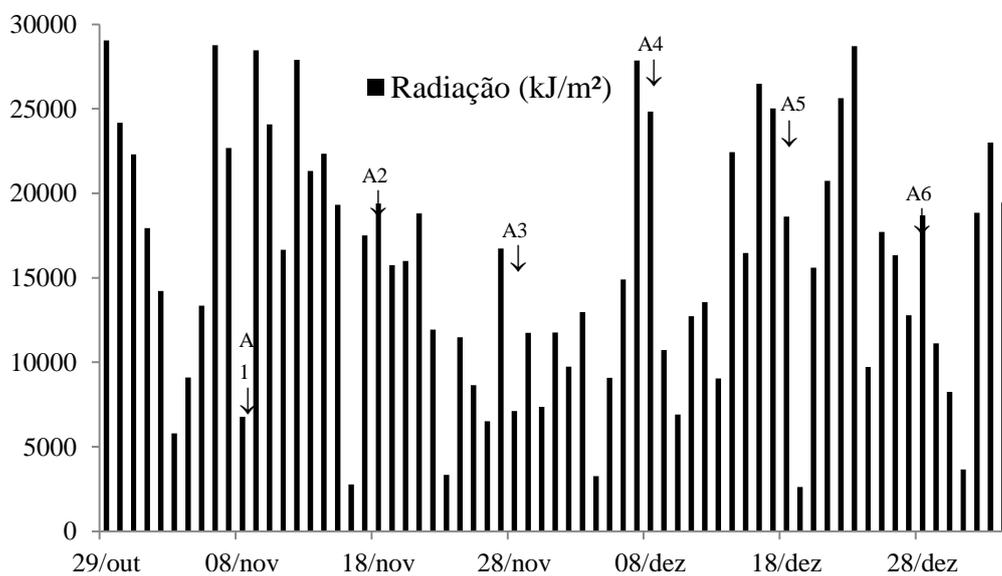


Figura 25. Radiação Solar (kJ m^2) diária entre os meses de outubro e dezembro de 2015, Marechal Cândido Rondon (PR)

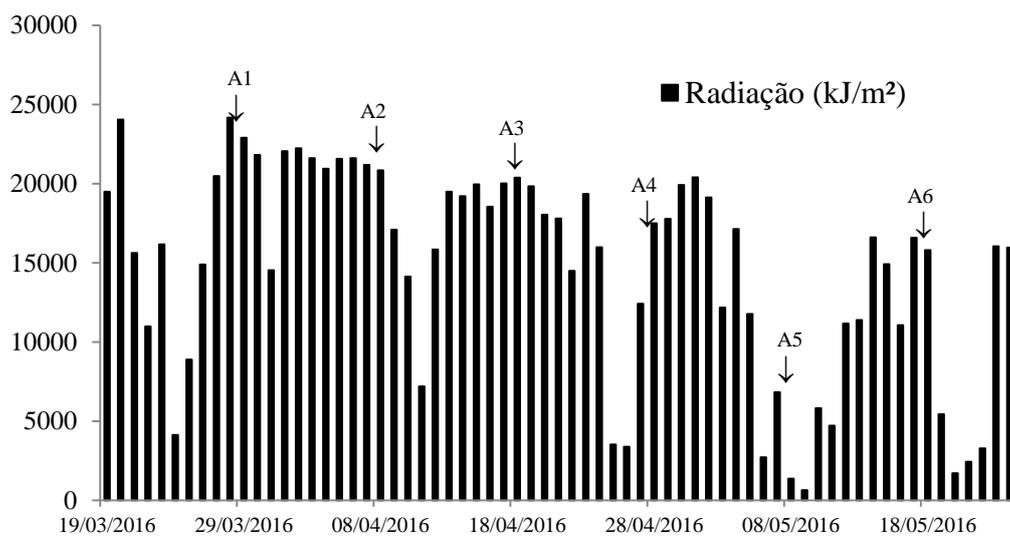


Figura 26. Radiação Solar (kJ m⁻²) diária entre os meses de março e maio de 2016, Marechal Cândido Rondon (PR)

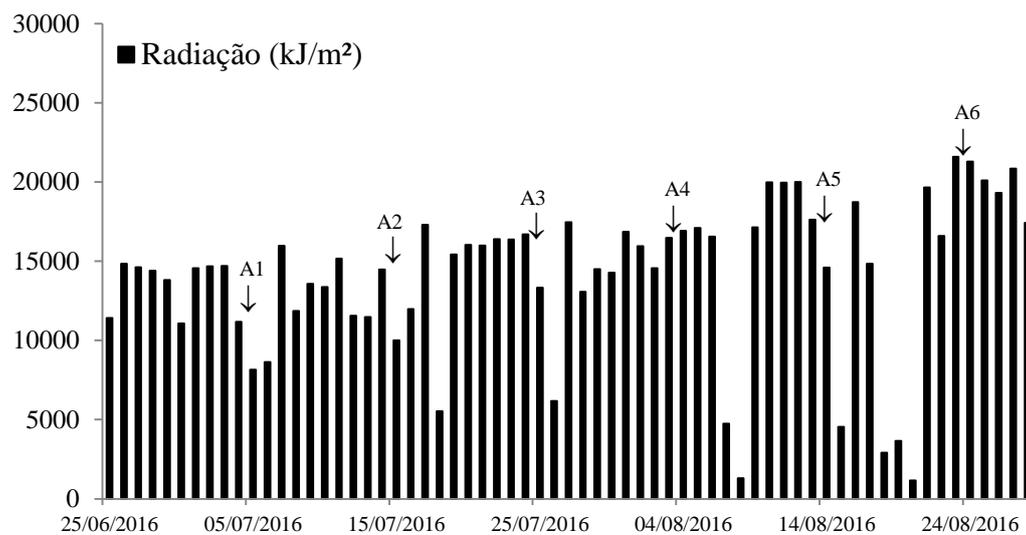


Figura 27. Radiação Solar (kJ m⁻²) diária entre os meses de junho e agosto de 2016, Marechal Cândido Rondon (PR)