



Morfometria de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e pleno sol na primavera

Mayra Taniely Ribeiro Abade¹, Élcio Silvério Klosowski^{1(*)}, Maria Eunice Lima Rocha¹, Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho²,
Fernanda Ludmyla Barbosa de Souza¹ e Renata Filler Barabasz¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná-CCA. Rua Pernambuco, 1777, Centro, CEP 85969-000 Marechal Cândido Rondon, PR.

E-mails: mayra_agro2011@hotmail.com, elciosk1@yahoo.com.br, eunice_agronomia@yahoo.com.br, mylla-nanda@hotmail.com e renatafiller.b@gmail.com

²Engenheiro-agrônomo. Capitão Poço, PA. E-mail: pablowenderson@hotmail.com

(*)Autor para correspondência

INFORMAÇÕES

História do artigo:

Recebido em 19 de setembro de 2019

Aceito em 4 de março de 2020

Termos para indexação:

Eruca sativa Miller

pigmento

crescimento

RESUMO

Objetivou-se avaliar a morfometria, crescimento, teores de pigmentos fotossintetizantes e produção final em duas cultivares de rúcula em quatro ambientes de cultivo (pleno sol, 30%, 50% e 70% de sombreamento), nas condições do Oeste do Paraná, na primavera. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, com duas cultivares (Folha Larga e Cultivada) e quatro ambientes (pleno sol, 30, 50 e 70% de sombreamento), com quatro blocos. Coletas sucessivas de quatro plantas por parcela foram realizadas a partir do quinto dia após a emergência (DAE), com intervalos regulares de cinco dias, até o ponto de colheita, 35 DAE. Por meio da distribuição de área foliar nas diferentes épocas para todos os ambientes de cultivo, verificou-se crescimento inicial lento, até 15 DAE, para todos as cultivares. Dentre os ambientes estudados, maior teor de clorofila *a* foi encontrado em plantas cultivadas a pleno sol, e entre as cultivares a Cultivada foi a que apresentou maior teor do pigmento. Os dados de produção não diferiram estatisticamente entre os ambientes pleno sol, 30% e 50% de sombreamento, devido a isso, não é economicamente viável o uso de sombrite para produção de rúcula na primavera.

© 2020 SBAgro. Todos os direitos reservados.

Introdução

Á rúcula pertencente à família Brassicaceae, é uma hortaliça folhosa de grande potencial no mercado nacional, cuja produção e consumo vêm aumentando em razão da facilidade de cultivo e aceitação pelos consumidores (Henz e Mettos, 2008). Originária da região do Mediterrâneo (Tsirogiannis et al., 2013), sendo muito consumida nas regiões brasileiras de colonização italiana.

No Brasil, a espécie mais cultivada é a *Eruca sativa* Miller, representada principalmente pelas cultivares Cultivada e Folha Larga. Apresenta crescimento rápido, sabor picante e cheiro agradável e distinto. As folhas desse vegetal são muito apreciadas na culinária, além de apresentar propriedades medicinais, por ser rica em potássio, enxofre, vitamina C e ferro (Freitas et al., 2017).

A produção nacional ao longo do ano varia de acordo com as condições climáticas, pois essa cultura apresenta

exigência a temperaturas baixas (entre 15 e 18 °C) (Gusmão, 2003), mas apesar disso, a rúcula tem sido plantada ao longo de todo o ano em várias regiões do Brasil, apresentando algumas desvantagens como a emissão prematura do pendão floral e folhas menores (Filgueira, 2007), mais rígidas, podendo apresentar maior pungência, sabor mais forte, comprometendo sua produção em regiões tropicais (Costa et al., 2011). O ciclo da varia de 45 a 50 dias em virtude da época do ano em que é plantada, apresentando redução à medida que é exposta a dias mais ensolarados (Sediyama et al., 2007). Como a maioria das olerícolas, essa cultura está sensível à interferência do ambiente (Sampaio et al., 2012).

Com a finalidade de proteger os cultivos tanto das condições climáticas, quanto da interação deste com outros fatores, surgiu o cultivo em ambiente protegido, cujo propósito é melhorar a produtividade e a qualidade dos produtos agrícolas, oferecendo regularidade na produção (Carvalho & Tessarioli neto, 2005). Essa técnica permite proteção às plantas contra temperaturas elevadas e alta intensidade de radiação solar, durante todo o seu crescimento. A utilização de sistemas protegido é uma das alternativas ao cultivo dessa hortaliça em condições adversas (Rodrigues, 2013).

As alterações na intensidade luminosa no ambiente de cultivo proporcionam ajustes do aparato fotossintético das plantas, os quais resultam na maior eficiência de absorção e transferência de energia para os processos fotossintéticos. Nesse contexto, os teores dos pigmentos cloroplásticos, clorofila e carotenóides, podem ser utilizados como importantes marcadores de ambientação do vegetal (Souza et al., 2011).

Considerando que na primavera é alta a incidência de radiação solar e a rúcula é sensível a níveis altos da mesma, é interessante o desenvolvimento de alternativas que atenuem a incidência direta sobre as plantas de forma a não afetar os ganhos em produção. Com base nisso, o objetivo deste estudo foi avaliar a morfometria, crescimento, teores de pigmentos fotossintetizantes e produção final em duas cultivares de rúcula em quatro ambientes de cultivo (pleno sol, 30%, 50% e 70% de sombreamento), nas condições do Oeste do Paraná, na primavera.

Materiais e métodos

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Prof. Dr. Antonio Carlos dos Santos Pessoa localizada nas coordenadas geográficas: latitude 24° 46' S, longitude 54°

22' W e altitude 420 m. O período de condução do experimento foi de novembro a dezembro de 2016.

Conforme a classificação climática argumentada por Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, mesotérmico, subtropical úmido (Alvares et al., 2014). A média anual de temperatura do ar se encontra na faixa de 22 a 23 °C e da umidade relativa do ar entre 70 e 75%. Os totais anuais de precipitação pluvial variam entre 1600 e 1800 mm e de evapotranspiração de referência na faixa de 1000 a 1100 mm anual (Nitsche et al., 2019).

O solo predominante é do tipo LATOSSOLO VERMELHO Eutroférico de textura muito argilosa (Santos et al., 2013). Os resultados das análises químicas das amostras de solo, coletadas a profundidade de 0-20 cm, da área experimental, encontram-se nas tabelas 1 e 2.

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 4 x 2, sendo o primeiro fator os ambientes de cultivo (pleno sol, 30, 50 e 70% de sombreamento) e o segundo cultivares de rúcula (Folha Larga e Cultivada) e quatro blocos.

As cultivares utilizadas foram Folha Larga e Cultivada. A cv. Folha Larga apresenta folhas serrilhadas e largas, coloração verde escura, planta vigorosa e ciclo de 40 a 50 dias. A cv. Cultivada possui folhas compridas e recortadas, coloração verde escura, planta vigorosa e ciclo de 40 a 50 dias.

As plantas foram cultivadas em telados desenvolvidos especialmente para condução do experimento, estes foram cobertos com tela sombrite sustentada por tubos de bambu de diâmetro de 6 cm, dividido ao meio, em forma de arco. Os telados foram construídos em conformidade com os canteiros, tendo 1,20 m de largura por 3,50 m de comprimento, e 1,20 m de altura. A semeadura foi direta e após a germinação foi realizado o desbaste, adotando o espaçamento de 20 cm entre linhas e 15 cm entre plantas.

A irrigação durante todo o ciclo foi realizada por aspersão e de acordo com as necessidades da cultura. A adubação foi parcelada em duas aplicações durante o ciclo, com base em análise química do solo e seguindo recomendações de Trani & Rajj (1996) (80 kg ha⁻¹ de N, 22 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O). A primeira aplicação foi realizada na

Tabela 2. Teores de micronutrientes do solo coletado na profundidade de 0-20 cm. Marechal Cândido Rondon, PR, 2016.

Cu	Zn	Mn	Fe
mg dm ⁻³			
12,20	8,90	88	48,50

Tabela 1. Análise química do solo coletado na profundidade de 0-20 cm. Marechal Cândido Rondon, PR, 2016.

P	MO	pH CaCl2	H+Al	Al3+	K	Ca2+	Mg+	SB	CTC	V	Al
mg dm ³	g dm ⁻³	0,01 mol L ⁻¹	cmolc dm ⁻³							%	
121,25	21,87	5,47	2,20	0	1,59	4,24	3,13	5,50	11,82	72,42	0

data de semeadura e a segunda após quinze dias.

Em cada ambiente foi instalado *Datalogger* com sensor de temperatura e umidade relativa do ar da marca HOMIS modelo 494. Este equipamento foi instalado em abrigo meteorológico no centro de cada ambiente. Os registros de temperatura e umidade relativa do ar foram efetuados a cada hora. Os dados meteorológicos podem ser observados na Figura 1.

Os dados de radiação solar global foram obtidos em Estação Meteorológica de observação de Superfície Automática – EMOSA/MCR. A partir destes dados e das especificações de cada tela fornecidos pelo fabricante quanto à sombra proporcionada por cada modelo, foi estimada a radiação solar global que seria observada em cada ambiente (Tabela 3).

Coletas sucessivas de quatro plantas por parcela foram realizadas a partir do quinto dia após a emergência (DAE), com intervalos regulares de cinco dias, até o ponto de colheita, 35 DAE. Em cada coleta, foram avaliadas as seguin-

Tabela 3. Médias mensais da radiação solar global ($\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$) a pleno sol e aproximação para os ambientes 30,50 e 70% de sombreamento, no período de 10/11/2016 a 15/12/2016. Marechal Cândido Rondon, PR, 2016.

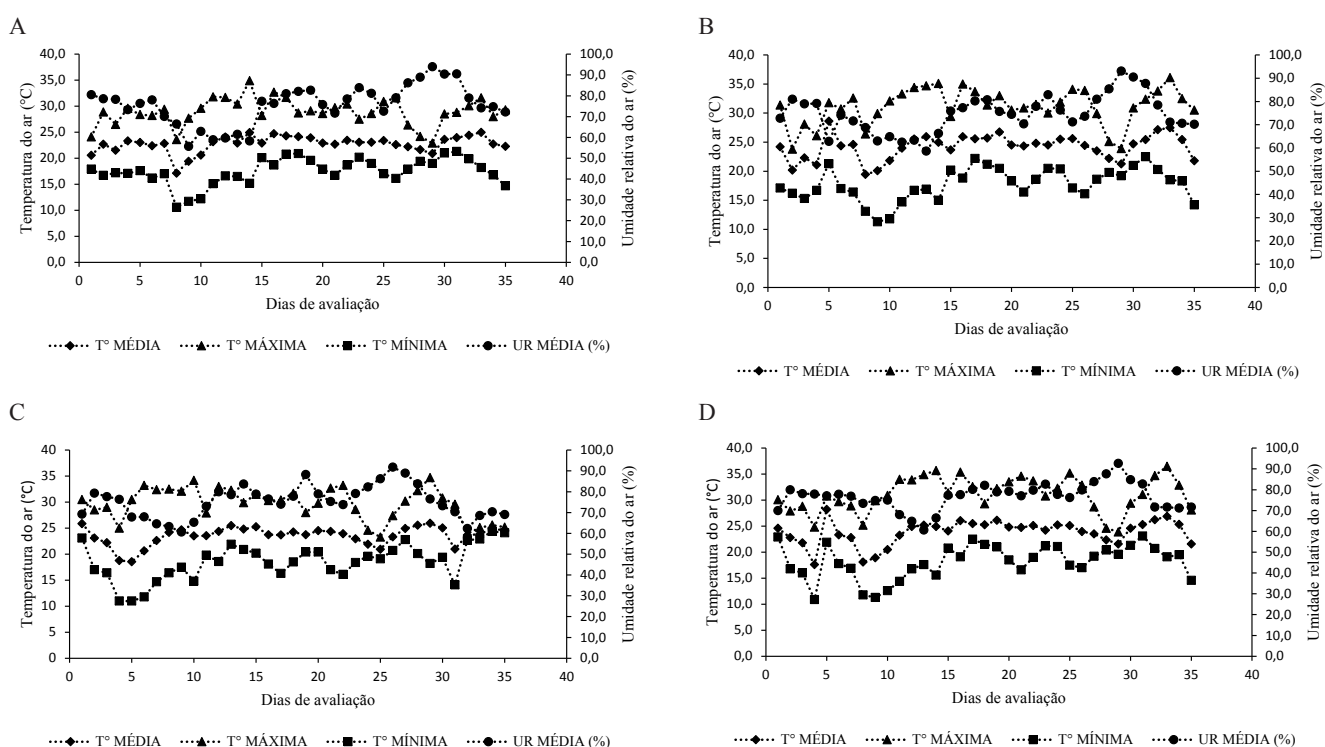
Mês	Radiação solar global ($\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$)			
	Pleno sol	30%	50%	70%
Novembro	24,7542	17,3279	12,3771	7,4263
Dezembro	21,7168	15,2018	10,8584	6,515

tes variáveis: área foliar (AF) (cm^2): pelo medidor de área foliar eletrônico (Li-Cor, L1-3100®); número de folhas (NF) (unidade); diâmetro do coleto (DC) (mm): mensurado na altura do colo da planta com paquímetro digital; a massa de matéria seca (MMS) (g): material submetido à secagem em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 60 °C, por 72 horas, pesado em balança digital (precisão 0,01g) e altura da planta.

A cultura foi mantida á campo até os 35 dias após emergência (DAE). Nesta data foram coletadas amostras de folhas completamente expandidas do terço médio da planta para determinação dos teores de clorofila *a*, *b*, total e carotenóides. A determinação do teor de clorofila *a*, *b* e total foram realizadas segundo o método descrito por Sims & Gamon (2002), carotenóides (Nagata & Yamashita, 1992). O sobrenadante foi submetido à leitura direta em espectrofotômetro a 663 nm (clorofila *a*), 647 nm (clorofila *b*) e 470 nm (carotenóides). As concentrações dos pigmentos foram estimadas de acordo com Lichtenthaler (1987). A produção final da cultura foi calculada com base na massa de matéria fresca por planta obtida aos 35 DAE, sendo estimada para m^2 .

Os dados obtidos foram submetidos aos testes de normalidade e homogeneidade, seguido da análise de variância. A comparação entre as médias para as fontes de variações e suas interações foi realizada pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico Sisvar® (Ferreira, 2011). As variáveis estudadas ao longo do ciclo de cultivo foram analisadas por modelo sigmoidal em

Figura 1. Dados de temperatura média, máxima e mínima e Umidade Relativa do ar (UR%) média para os seguintes ambientes de cultivo: pleno sol (A); 30% (B); 50% (C) e 70% (D) de sombreamento para a cultura da rúcula no inverno. Marechal Cândido Rondon, PR, 2016.



que as equações foram ajustadas, utilizando-se os parâmetros de correlação e de determinação, em função das épocas de desenvolvimento da cultura e das cultivares de rúcula, empregando-se o programa estatístico SigmaPlot®.

Resultados e discussão

Por meio da distribuição de AF nos diferentes dias após emergência para todos os ambientes de cultivo (Figura 2), verificou-se que as plantas de rúcula das cultivares avaliadas (Folha Larga e Cultivada) apresentaram crescimento lento até 15 dias após a emergência (DAE).

Os ambientes pleno sol e 70% de sombreamento reduziram a área foliar nas plantas de rúcula em comparação com dos demais tratamentos, para as duas cultivares. Indicando condições desfavoráveis para o pleno desenvolvimento da rúcula. Novo et al. (2008), constataram resultados diferentes no estudo do efeito do sombreamento no desenvolvimento da rúcula.

Para cv. Folha Larga as médias de AF das plantas aos 15 DAE foram: 28,01 cm² a pleno sol, 39,19 cm² a 30%, 41,44 cm² a 50% e 38,66 cm² a 70%. Enquanto que aos 35 DAE a AF foi máxima, apresentando as seguintes médias: 543,52 cm² a pleno sol, 667,48 cm² a 30%, 669,95 cm² a 50% e 509,88 cm² a 70%. Para a cv. Cultivada aos 15 DAE as médias de AF foram: 24,78 cm² a pleno sol, 34,37 cm² a 30%, 44,86 cm² a 50% e 30,39 a 70%, em comparação com a AF aos 35 DAE (593,88 cm² a pleno sol, 676,98 cm² a 30%, 706,64 cm² a 50% e 434,78 a 70%).

O crescimento inicial lento até os 15 DAE é uma característica da espécie, a qual permanece até este momento em estágio vegetativo, com órgãos vegetais ainda em desenvolvimento, principalmente as folhas, é sabido que o crescimento e a produtividade das plantas são providos pela fotossíntese, a qual é realizada basicamente pelas fo-

lhas. Esse resultado é comum em hortaliças que estão em estádios de crescimento e desenvolvimento. A partir dos 15 DAE, ambas cultivares apresentaram maior AF nos ambientes 30% e 50% de sombreamento, mantendo o comportamento até o final do ciclo.

A AF é um parâmetro importantíssimo a ser avaliado, um ambiente de cultivo que proporcione pequena AF não é indicado para cultivo da cultura, haja vista, que por se tratar de uma folhosa, maior AF é interessante. O resultado aqui obtido indica que 70% de sombreamento para a cultura da rúcula reduz a AF para as cultivares estudadas, o que faz desse ambiente não recomendado para cultivo dessa hortaliça na primavera.

Para número de folhas houve significância (P>0,05) para interação entre ambiente e tempo de avaliação (Figura 3) e também ambiente e cultivar (Tabela 4). Para ambiente de cultivo e tempo de avaliação, ocorreu inicialmente menor número de folhas, permanecendo próximo

Figura 3. Número de folhas em plantas de rúcula em função de ambientes de cultivo (pleno sol e 30%, 50% e 70% de sombreamento) e tempo de avaliação.

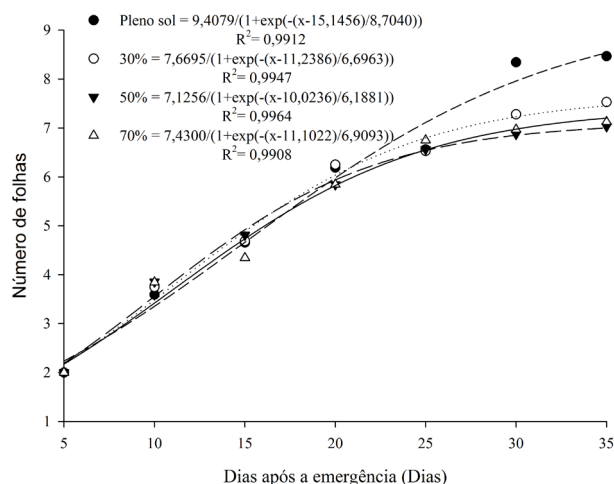


Figura 2. Área foliar em plantas de rúcula cultivares Folha Larga (A) e Cultivada (B), em função de ambientes de cultivo (pleno sol e 30%, 50% e 70% de sombreamento) e tempo de avaliação.

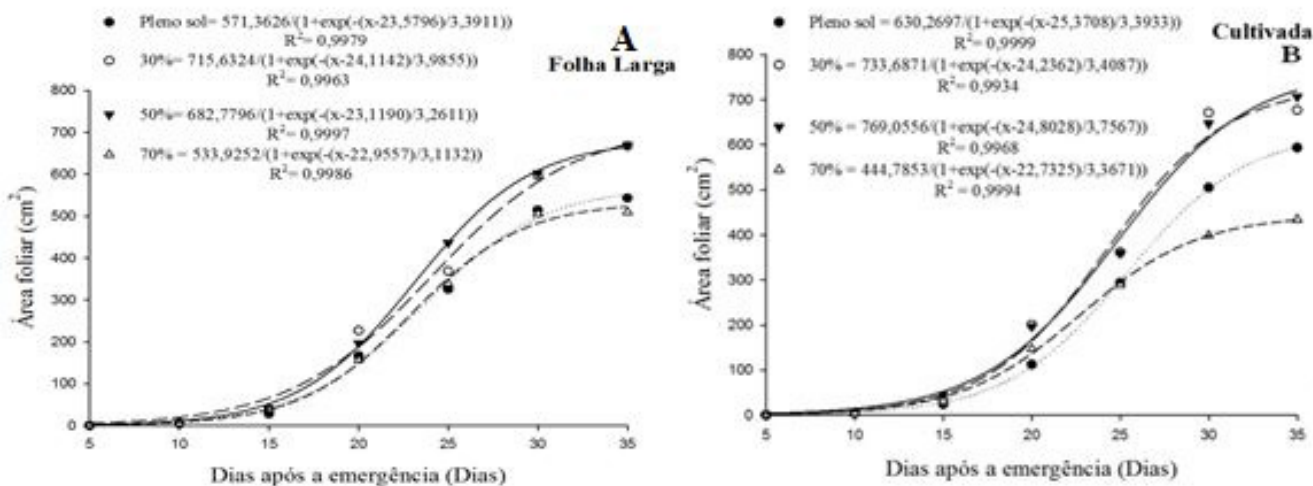


Tabela 4. Número de folhas em plantas de rúcula cultivares Folha Larga e Cultivada, sob diferentes ambientes de cultivo (pleno sol, 30%, 50% e 70% de sombreamento).

Ambiente	Número de Folhas	
	Folha Larga	Cultivada
Pleno sol	5,88 Aa	5,50 aB
Sombreamento		
30%	5,58 bA	5,28 bcB
50%	5,17 cB	5,40 abA
70%	5,34 cA	5,20 cA
CV (%)	7,17	

*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

nas plantas de todos os ambientes até os 20 DAE, após esse período plantas a pleno sol sobressaíram-se as demais com média de 8,5 folhas por planta (Figura 3).

Para número de folhas houve significância ($P > 0,05$) para interação entre ambiente e tempo de avaliação (Figura 3) e também ambiente e cultivar (Tabela 4). Para ambiente de cultivo e tempo de avaliação, ocorreu inicialmente menor número de folhas, permanecendo próximo nas plantas de todos os ambientes até os 20 DAE, após esse período plantas a pleno sol sobressaíram-se as demais com média de 8,5 folhas por planta (Figura 3). Esse resultado assemelhasse ao encontrado por Oliveira et al. (2010), quando trabalhou com rúcula em sistema consorciado com alface, sob adubação orgânica (10,6 folhas) e mineral (7,8 folhas).

Maior NF foi observado a pleno sol para ambas cultivares (cv. Folha Larga = 5,88 e cv. Cultivada = 5,50). Quanto ao menor NF, constatou-se que a cv. Folha Larga apresentou menor valor a 50% de sombreamento (5,17), e a cv. Cultivada a 70% de sombreamento (5,20) (Tabela 4).

As cultivares apresentaram menor número de folhas quando cultivadas sob maiores níveis de sombreamento, este é esteja diretamente ligado a AF e consequentemente a MMS. O sombreamento reduz a radiação solar inciden-

te sobre o tecido vegetal, podendo quando em níveis altos afetar o metabolismo do vegetal, interferindo nas funções básicas de manutenção. Plantas abaixo do limite trófico de radiação solar ($8,4 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$) tendem a ter comprometimento na produção e se a condição for prolongada a planta pode morrer.

Quanto ao diâmetro do coleto as duas cultivares mostraram comportamento similar. Ambas apresentaram maior diâmetro nos ambiente 30% (3,99 mm cv. Folha Larga e 3,63mm cv. Cultivada) e 50% de sombreamento (3,77 mm cv. Folha Larga e 3,71 mm cv. Cultivada) e menor a 70% (3,33 mm cv. Folha Larga e 2,98 mm cv. Cultivada) (Figura 4). O ganho em diâmetro é interessante até certo nível, principalmente quando se trata de hortaliças folhosas. Plantas com elevado diâmetro ficam mais fibrosas e com menor qualidade.

Com base nas figuras apresentadas, constatou-se incremento de matéria seca (Figura 5) e variação da área foliar (Figura 2), para as duas cultivares em todos os ambientes. Tendência sigmoidal foi verificada para as curvas obtidas dos ambientes avaliados para ambas cultivares (Figura 5).

Neste trabalho foi constatada diferença entre os dados de matéria seca das duas cultivares, no entanto, Gadum et al. (2006) identificou tendência da massa de matéria seca não apresentar diferença entre as cultivares de rúcula. A discordância entre os resultados pode ser oriunda das diferentes condições de cultivos dos experimentos.

A rúcula apresentou baixo acúmulo de matéria seca até o 20º DAE na cv. Cultivada e até o 25º DAE para a cv. Folha Larga. Após esta data, houve um rápido incremento de massa até o 35º DAE (Figura 5). É sabido que a maior parte (90%) da matéria seca acumulada pelas plantas durante seu crescimento é proveniente do processo fotossintético, o restante é proveniente dos minerais, então se o ambiente de cultivo compromete a produção de matéria seca, logo não é interessante seu uso para cultivos comerciais.

Ambas cultivares apresentaram menor acúmulo de

Figura 4. Diâmetro do coleto em plantas de rúcula cultivares Folha Larga (A) e Cultivada (B), em função de ambientes de cultivo em função de ambientes de cultivo (pleno sol e 30%, 50% e 70% de sombreamento) e tempo de avaliação.

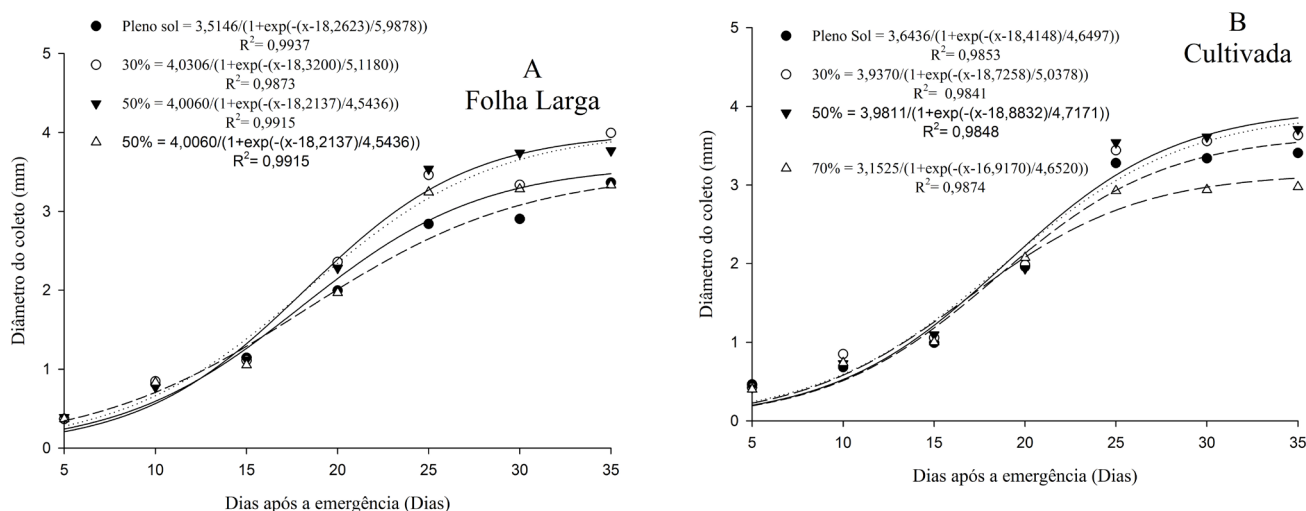
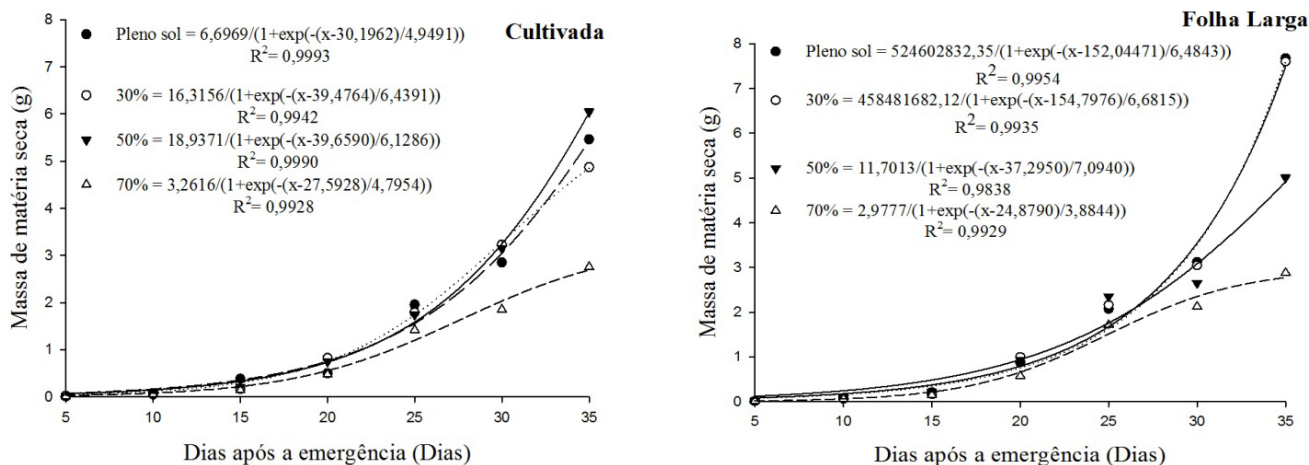


Figura 5. Massa de matéria seca em plantas de rúcula cultivares Folha Larga (A) e Cultivada (B), em função de ambientes de cultivo (pleno sol e 30%, 50% e 70% de sombreamento) e tempo de avaliação.



matéria seca ao longo do ciclo quando cultivadas a 70% de sombreamento. Diante disso, não é recomendado uso deste sombrite para cultivo de rúcula cv. Folha Larga e Cultivada na primavera.

A altura de plantas foi diretamente influenciada pelo sombreamento. Plantas das duas cultivares a 70% de sombreamento apresentaram menor altura (20,29 cm cv. Folha Larga e 19,76 cm cv. Cultivada) quando comparadas as demais (Figura 6). Costa et al. (2011), verificou em seu trabalho que ambientes com maior sombreamento (tela preta 50%) apresentam plantas mais altas em todas as avaliações, quando comparada com plantas cultivadas sob campo aberto.

É importante ressaltar que ambientes sombreados favorecem o estiolamento do caule, o que não foi detectado neste experimento. O estiolamento envolve alteração em várias características, como quantidades de pigmentos clorofilianos, características do ápice, raiz, folhas e altura.

Pela análise de variância foi verificada interações significativas entre cultivares e ambientes de cultivo, para os teores de clorofila a, b, total e carotenóides. A pleno sol a cv. Cultivada apresentou maior média (0,051 mg g⁻¹ de matéria fresca) de clorofila a, enquanto que a cv. Folha Larga apre-

sentou maior teor (0,044 mg g⁻¹ de matéria fresca) a 50% de sombreamento. A 70% de sombreamento as cultivares não diferiram entre si, no entanto, esse tratamento se diferenciou dos demais níveis de sombreamento (Tabela 5).

Para clorofila b, plantas com menor teor foram encontradas a 30% de sombreamento, no entanto, esse não se diferenciou estatisticamente dos tratamentos pleno sol e 50% de sombreamento. A cultivar com a maior média para clorofila b foi a Cultivada (0,056 mg g⁻¹ de matéria fresca) quando em telado de 30% de sombreamento (Tabela 5).

Ambas as clorofilas desempenham papel diferente no metabolismo vegetal. A clorofila b absorve energia em comprimento de onda diferentes da clorofila a e a transfere para o centro de reação, maximizando, assim, a captura energética que efetivamente atua nas reações fotoquímicas (Taiz & Zeiger, 2017). Para o bom funcionamento do metabolismo vegetal, o que importa não é somente a quantidade de luz que chega ao centro de reação para excitar a clorofila, mas também a qualidade da luz. Estudos realizados evidenciaram que os teores de clorofila variam muito entre as espécies, assim como entre genótipos de uma mesma espécie (Lee, 1988) e também em função do ambiente no qual estão sendo cultivadas.

Tabela 5. Teores de clorofila a (mg g⁻¹ de matéria fresca), clorofila b (mg g⁻¹ de matéria fresca) em folhas de cultivares de Rúcula cultivada sob diferentes sombreamentos (pleno sol e 30%, 50% e 70% de sombreamento).

Ambiente	Clorofila a		Clorofila b	
	Folha Larga	Cultivada	Folha Larga	Cultivada
Pleno sol	0,034 bAB	0,051 aA	0,018 bB	0,041 aB
Sombreamento				
30%	0,030 aB	0,017 bB	0,019 bB	0,056 aA
50%	0,044 aA	0,019 bB	0,039 aA	0,025 bC
70%	0,026 aB	0,018 aB	0,025 aB	0,029 aBC
CV (%)	19,95		21,87	

*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para clorofila total não foi observada diferença significativa entre as cultivares, no entanto, houve diferença entre os ambientes e na interação ambiente x cultivar. Maiores teores de clorofila total foram observados em plantas cultivadas a pleno sol para a cv. Cultivada, no entanto, esse não diferiu-se estatisticamente de 30 e 70% para esta cultivar. Menor teor foi observado para o cultivo em 50% de sombreamento para a Cultivada (0,045 mg g⁻¹ de matéria fresca). No estudo, a Cultivada apresentou maiores teores de clorofila total (Pleno sol), e os menores teores (50% de sombreamento) (Tabela 6).

Para os teores de carotenóides totais a cv. Folha Larga apresentou maiores teores, e quanto aos ambientes maiores médias foram observadas em plantas cultivadas a pleno sol, 50% e 70% de sombreamento, esses não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 6). A cv. Folha larga quando a 30% de sombreamento apresentou teor de caroteno de 0,036 mg g⁻¹ de matéria fresca, enquanto que a cv. Cultivada, no mesmo ambiente (30%) apresentou maiores teores do pigmento (0,073 mg g⁻¹ de matéria fresca), quando comparado aos demais ambientes. Diante disso, observa-

-se diferenças adaptativas ao sombreamento para as duas cultivares.

O acréscimo do teor de pigmentos fotossintetizantes em plantas submetidas a níveis crescentes de sombreamento é amplamente relatado na literatura (Atroch et al., 2001; Almeida et al., 2005; Gonçalves et al., 2005). Segundo Boardman (1977), o aumento relativo dos teores de clorofila a, b e total, além de carotenóides, é uma adaptação das espécies vegetais a condições de baixa irradiância, utilizada para maximizar a captura de radiação solar e, desta forma, acumular, eficientemente, matéria seca para crescimento satisfatório da planta.

A síntese de pigmentos fotossintéticos está relacionada ao local de crescimento e desenvolvimento da espécie vegetal. Ambientes sombreados estimulam a produção desses pigmentos para promover adaptação da cultura à diminuição da incidência de radiação solar, não afetando assim sua produtividade.

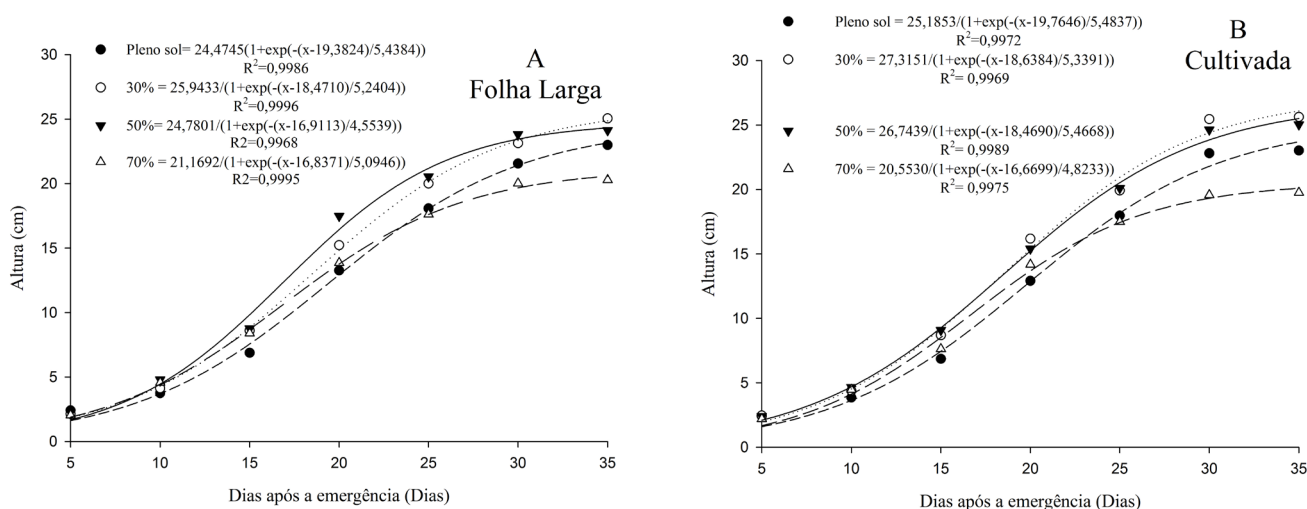
As plantas de rúcula apresentaram produção variando de 1,60 a 2,25 kg m⁻², para uma colheita aos 35 DAE. Maior produção foi obtida em plantas cultivadas nos ambientes

Tabela 6. Teores de clorofila total (mg g⁻¹ de matéria fresca) e carotenóides totais (mg g⁻¹ de matéria fresca) em folhas de cultivares de Rúcula cultivada sob diferentes sombreamentos (pleno sol e 30%, 50% e 70% de sombreamento).

Ambiente	Clorofila Total		Carotenóides totais	
	Folha Larga	Cultivada	Folha Larga	Cultivada
Pleno sol	0,052 bB	0,092 aA	0,089 aA	0,066 bAB
Sombreamento				
30%	0,048 bB	0,073 aA	0,036 bC	0,073 aA
50%	0,084 aA	0,045 bB	0,096 aA	0,048 bBC
70%	0,051 bB	0,047 aB	0,061 aB	0,044 bC
CV (%)	17,36		14,17	

*Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 6. Altura em plantas de rúcula cultivares Folha Larga (A) e Cultivada (B), em função de ambientes de cultivo (pleno sol e 30%, 50% e 70% de sombreamento) e tempo de avaliação.



30 e 50% de sombreamento, que não diferiram estatisticamente do pleno sol (Tabela 7). As médias obtidas estão condizentes com as produções obtidas por Purquerio et al. (2007), que obteve 2,27 kg m⁻² no ambiente protegido e 2,05 kg m⁻² no campo aberto aos 37 DAS em São Manuel, SP.

Neste estudo, menor produção foi encontrada para 70% de sombreamento (1,60 kg m⁻²). Esse resultado pode estar relacionado ao nível de radiação solar que chegou ao interior do ambiente, sendo 7, 4263 MJ m⁻² dia⁻¹ no mês de novembro e 6, 515 MJ m⁻² dia⁻¹ em dezembro (Tabela 7), ambos abaixo do limite trófico de aproximadamente 8,4 MJ m⁻² dia⁻¹ (Beckmann et al. 2006). A produtividade das plantas é determinada pela luz interceptada e pela conversão eficiente desta luz em produtos fotossintéticos.

Tabela 7. Produção (kg m⁻²) aos 35 DAE de rúcula cultivadas sob pleno sol e diferentes telados (30%, 50% e 70% de sombreamento).

Tratamentos	Produção (kg m ⁻²)
Pleno Sol	1,94 ab
Sombreamento	
30%	2,25 a
50%	2,19 a
70%	1,60 b
CV (%)	20,86

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A radiação solar controla todas as variáveis climáticas e, é responsável pelo crescimento e desenvolvimento normal das culturas. O desenvolvimento normal só ocorre quando a quantidade de radiação líquida que chega as plantas for superior ao limite trófico, é nesse nível que as plantas produzem o mínimo de fotoassimilados necessários a sua manutenção. Quando o mesmo não é atingido o crescimento é paralisado e, caso persista, as plantas podem morrer.

Conclusões

Os dados de produção não diferiram estatisticamente entre os ambientes pleno sol, 30% e 50% de sombreamento, devido a isso, não é economicamente viável o uso de sombrite para produção de rúcula na primavera, pois os custos com manejo e mão de obra não justificam o uso dos mesmos. O cultivo a pleno sol garante produção satisfatória, e elimina custos operacionais.

Agradecimentos

À coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior- CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.

Referências

- ALMEIDA, S. M. Z.; SOARES, A. M.; CASTRO, E. M. de.; VIEIRA, C. V.; GAJEGO, E. B. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. **Ciência Rural**, Santa Maria, ano 35, n.1, jan./fev. 2005. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33135110>. Acesso em: 30 out. 2017.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; DE MORAES GONÇALVES, J. L.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, ano 22, n. 6, 2014.
- ATROCH, E. M. A. C.; SOARES, A. M.; ALVARENGA, A. A. de.; CASTRO, E. M. de. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link submetidas à diferentes condições de sombreamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, ano 25, n. 4, 2001.
- BECKMANN, M. Z.; DUARTE, G. R. B.; PAULA, V. A.; MENDEZ, M. E. G.; PEIL, R. M. N. Radiação solar em ambiente protegido cultivado com tomateiro nas estações verão outono do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, ano 36, n. 1, jan./fev.2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782006000100013. Acesso em: 20 agos. 2017.
- BOARDMAN, N. K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. **Annual Review of Plant Physiology**, ano 28, 1977.
- CARVALHO, L. A.; TESSARIOLI NETO, J. Produtividade de tomate em ambiente protegido, em função do espaçamento e números de ramos por planta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, ano 23, n. 4, out./dez. 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hb/v23n4/a25v23n4.pdf>. Acesso em: 20 agos. 2017.
- COSTA, C. M. F. da; SEABRA JÚNIOR, S.; ARRUDA, G. R. de; SOUZA, S. B. S. de. Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, ano 32, n. 1, 2011.
- FERREIRA, Daniel Ferreira. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, ano 35, n. 6, nov./dec. 2011.
- FREITAS, E. M. et al. Arugula production as a function of irrigation depths and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.3, p.197-202, 2017.
- GADUM, J.; LAURA, V. A.; CHIAD, M. P.; TIGRE, D. A.; PINTO, R. H. T.; DORNAS, M. F. Desempenho agrônomico de cultivares de rúcula sob três níveis de radiação. In: **Congresso Brasileiro de Olericultura**, 24., 2006, Brasília: Associação Brasileira de Olericultura, v. 24, p. 593-598, 2006.
- GONÇALVES, J. F. de C.; BARRETO, D. C. de S.; SANTOS JUNIOR, U. M. dos.; FERNANDES, A. V.; SAMPAIO, P. de T. B.; BUCKERIDGE, M. S. Growth, photosynthesis and stress indicators in young rosewood plants (*Aniba roseodora* Ducke) under different light intensities. **Braz. J. Plant Physiol.**, Londrina, ano 17, n. 3, July/sept. 2005.
- HENZ, G. P.; METTOS L. M. **Manuseio pós-colheita de rúcula**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. 7 p. (Comunicado Técnico, 64).
- LEE, D. W. Simulating forest shade to study the development ecology of tropical plants: juvenile growth in three vines in India. **Journal of Tropical Ecology**, ano 4, 1988.
- LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. **Meth Enzymol.** p. 350-382, 1987.
- NAGATA, M.; YAMASHITA, I. Simple method for simultaneous determination of chlorophyll and carotenoids in tomato fruit. **Japanese Society for Food Science and Technology**, ano 39, n. 10, 1992.
- NITSCHKE, P. R.; CARAMORI, P. H.; RICCE, W. DA S.; PINTO, L. FERNANDES DIAS. **Atlas Climático do Estado do Paraná**. Londrina, PR: IAPAR, 2019. <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>. Acesso em 10 de abril de 2019.
- NOVO, A. A. C. et al. Influência do sombreamento sobre o crescimento e teores de nitrato em hortaliças folhosas em hidroponia. **Revista Universo Acadêmico**, Taquara, 2008.

OLIVEIRA, E. Q. de; SOUZA, R. J. de; CRUZ, M. do C. M. da ; MARQUES, V. B. ; FRANÇA, A. C. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 1, jan./mar. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hb/v28n1/a07v28n1> Acesso em: 18 de set. de 2019.

PURQUERIO, L. F. V.; DEMANT, L. A. R.; GOTO, R.; VILLAS BOAS, R. L. Efeito da adubação nitrogenada de cobertura e do espaçamento sobre a produção de rúcula. **Horticultura Brasileira**, Brasília, ano 25, n. 3, jul./set. 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hb/v25n3/a28v25n3.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2016.

SAMPAIO, I. M. G.; SILVA, F. W. A.; SOUZA, G. T.; JESUS, P. M. M.; MIRANDA, T. S.; GUSMÃO, S. A. L. Biofertilizante na fitossanidade e produção de rúcula. IN: SEMINÁRIO ANUAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFRA, 10. 2012. Belém. **Anais...** Belém, 2012.

SANTOS, H. G. dos; ALMEIDA, J. B. de; LUMBREAS, J. F.; ANJOS, L. H. C. dos; COELHO, M. Z. ; JACOMINE, P. K. T.; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, V. A. O. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 353 p

SEDIYAMA, M. A. N.; SALGADO, L. T.; PINTO, C. L. de O. **Rúcula (*Eruca sativa*)**. In: PAULA JÚNIOR, T. J. de; VENZON, M. (Coord.). 101 culturas: manual de tecnologias agrícolas. Belo Horizonte: EPAMIG, 2007. p. 683-686.

SIMS, D. A.; GAMON, J. A. Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. **Remote Sensing of Environment**, ano 81, n.1, 2002.

SOUZA, G. S.; SANTOS, A. R.; SILVA, J. S. FERREIRA, D. dos R. Teores de pigmentos fotossintéticos, taxa de fotossíntese e estrutura de cloroplastos de plantas jovens de *Mikania laevigata* schultz bip. Ex baker (guaco) cultivadas sob malhas coloridas. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia, ano 7, n. 12, 2011. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/teores%20de%20pigmentos.pdf>. Acesso em: 14 out. 2017.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. ed. ArtMed, Porto Alegre, 2017, 954 p.

TSIROGIANNIS, I. L. et al. Relationships between reflectance and water status in a greenhouse rocket (*Eruca sativa* Mill.) cultivation. **European Journal of Horticultural Science**, v. 78, n.6, p.275-282, 2013.

TRANI, P. E.; RAIJ, B. Van. Hortaliças. In: RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: IAC, p.157-186, 1996. (Boletim técnico, n. 100).

REFERENCIAÇÃO

ABADE, M. T. R.; KLOSOWSKI, E. S.; ROCHA, M. E. L.; COUTINHO, P. W. R.; SOUZA, F. L. B.; BARABASZ, R. F. Morfometria de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e pleno sol na primavera. **Agrometeoros**, Passo Fundo, v.27, n.1, p.217-226, set 2019.

Declaração: os trabalhos estão sendo publicados nesse número de AGROMETEOROS (v.27, n.1, set 2019) conforme foram aceitos pelo XXI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, realizado de 12 a 16 de agosto de 2019, em Catalão, Goiás, sem revisão editorial adicional da revista.



Morphometry of arugula cultivars under shade screens and full sun in Spring

Mayra Taniely Ribeiro Abade¹, Élcio Silvério Klosowski^{1(*)}, Maria Eunice Lima Rocha¹, Pablo Wenderson Ribeiro Coutinho²,
Fernanda Ludmyla Barbosa de Souza¹ and Renata Filler Barabasz¹

¹Universidade Estadual do Oeste do Paraná-CCA. Rua Pernambuco, 1777, Centro, CEP 85969-000 Marechal Cândido Rondon, PR, Brazil. E-mails: mayra_agro2011@hotmail.com, elciosk1@yahoo.com.br, eunice_agronomia@yahoo.com.br, mylla-nanda@hotmail.com and renatafiller.b@gmail.com

²Engenheiro-agrônomo. Capitão Poço, PA, Brazil. E-mail: pablowenderson@hotmail.com

(*)Autor para correspondência

ARTICLE INFO

Article history:

Received 19 September 2019

Accepted 4 March 2020

Index terms:

Eruca sativa Miller

pigment

growth

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the morphometry, growth, photosynthetic pigment contents and final yield of two arugula cultivars in four cultivation environments (full sun, 30%, 50% and 70% shading), under the conditions of western Paraná, in the spring. The experiment was conducted in a randomized block design with two cultivars (Broad Leaf and Cultivated) and four environments (full sun, 30, 50 and 70% shading) with four blocks. Successive collections of four plants per plot were performed from the fifth day after emergence (DAE), at regular five-day intervals, to the harvesting point, 35 DAE. Through the distribution of leaf area at different seasons for all cultivation environments, slow initial growth, up to 15 DAE, was observed for all cultivars. Among the studied environments, the highest chlorophyll a content was found in plants grown under full sun, and among the cultivars Cultivada presented the highest pigment content. Production data did not differ statistically between full sun, 30% and 50% shading environments, because of this, it is not economically viable to use arugula shade in the spring.

© 2020 SBAGro. All rights reserved.

CITATION

ABADE, M. T. R.; KLOSOWSKI, E. S.; ROCHA, M. E. L.; COUTINHO, P. W. R.; SOUZA, F. L. B.; BARABASZ, R. F. Morfometria de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e pleno sol na primavera. *Agrometeoros*, Passo Fundo, v.27, n.1, p.217-226, set 2019.

Disclaimer: papers are published in this issue of AGROMETEOROS (v. 27, n.1, set 2019) as accepted by the XXI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, held August 12-16, 2019 in Catalão, Goiás State, Brazil, without further revision by editorial board.