



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
DOUTORADO EM FITOTECNIA

DIÊGO RODRIGUES SOARES NOGUEIRA

**EFEITO DO SOMBREAMENTO NA DINÂMICA E PERÍODO DE CONTROLE
DE PLANTAS DANINHAS NAS CULTURAS DA ALFACE E DA RÚCULA EM
SISTEMA ORGÂNICO**

MOSSORÓ

2018

DIÊGO RODRIGUES SOARES NOGUEIRA

**EFEITO DO SOMBREAMENTO NA DINÂMICA E PERÍODO DE CONTROLE DE
PLANTAS DANINHAS NAS CULTURAS DA ALFACE E DA RÚCULA EM
SISTEMA ORGÂNICO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Orientador: Prof. D. Sc. Daniel Valadão Silva

MOSSORÓ

2018

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

N778e Nogueira, Diêgo Rodrigues Soares.
Efeito do sombreamento na dinâmica e período de controle de plantas daninhas nas culturas da alface e da rúcula em sistema orgânico / Diêgo Rodrigues Soares Nogueira. - 2018.
51 f. : il.

Orientador: Daniel Valadão Silva.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, 2018.

1. Lactuca sativa L.. 2. Eruca sativa Mill..
3. Competição. I. Silva, Daniel Valadão, orient.
II. Título.

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

DIÊGO RODRIGUES SOARES NOGUEIRA

**EFEITO DO SOMBREAMENTO NA DINÂMICA E PERÍODO DE CONTROLE DE
PLANTAS DANINHAS NAS CULTURAS DA ALFACE E DA RÚCULA EM
SISTEMA ORGÂNICO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Agronomia: Fitotecnia.

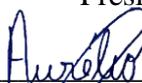
Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Defendida em: 29/03/2018

BANCA EXAMINADORA



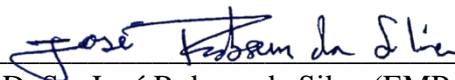
Prof. D. Sc. Daniel Valadão Silva (UFERSA)
Presidente



Prof. D. Sc. Aurélio Paes Barros Junior (UFERSA)
Membro Examinador



D. Sc. Welder de Araújo Rangel Lopes (UFERSA)
Membro Examinador



D. Sc. José Robson da Silva (EMPARN)
Membro Examinador



Prof. D. Sc. Karidja Kalliany Carlos de Freitas Moura (Faculdade Diocesana De Mossoró)
Membro Examinador

À meu pai Luciano (In Memoriam)

À minha esposa Leidiane;

Ao meu filho Oliver;

À Vozinha Luci, à minha mãe Alzenir;

Aos meus irmãos Diogo, Jhonatas e Luciana;

*À minha sobrinha Ana Júlia e à minha
afilhada Ester.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Deus, pelo dom da vida, oportunidades a mim oferecidas e por estar sempre ao meu lado quando precisei.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), pela oportunidade de realização deste curso por meio do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade de realização do curso de Doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa.

Ao meu Orientador e amigo, Prof. Daniel Valadão Silva, por todo o conhecimento compartilhado, pela oportunidade confiada, amizade e pelo apoio nos momentos mais difíceis! Obrigado mestre!

Ao Engenheiro Agrônomo Rodrigo Benjamim por ter cedido sua propriedade para realização desta pesquisa.

Ao prof. Aurélio, ao D. Sc. Welder, ao D. Sc. Robson e a D. Sc. Karidja pela disponibilidade em participar da banca e pelas valiosas contribuições na elaboração final deste trabalho.

À minha amada esposa Leidiane Albuquerque pelo incentivo, companheirismo, carinho e auxílio, principalmente nos momentos mais difíceis, muito obrigado! Essa vitória também é sua! Te amo!

A meu filho Oliver, obrigado por tornar minha vida com mais sentido.

À Vozinha (Luci), pelo exemplo de vida, carinho, amor, incentivo, torcida e educação.

Aos meus pais Alzenir e Luciano (*In memoriam*) pela inspiração e apoio em todas as etapas de minha vida.

Aos meus irmãos Diogo, Jhonatas e Luciana, pelos momentos de descontração.

À minha sobrinha Ana Júlia e a minha afilhada Ester pelos momentos de alegria que vocês, mesmo sem entenderem, me proporcionaram.

Aos meus tios e tias, pelo incentivo e torcida.

A meus primos, em especial a Renata Menezes, pelo carinho, apoio e confiança! Obrigado comadre!

Aos meus amigos do grupo de pesquisa em plantas daninha: Alex, Alice, Ailton, Bruno, Bisneto, Beatriz, Bárbara, Carol, Cristiane, Damiana, Darlan, Donato, Fernando, Flávia, Gabi, Hamurábi, Jorge, Juliana, Jesley, Jhon, Lidiane, Lílian, Márcio, Murilo,

Matheus Pará, Odonil, Paulo, Pavão e Simara, pelos bons momentos vividos e ajuda nas atividades desta pesquisa. Em especial a Matheus, Claudinha, Héliida, Taliane e Tatiane pelas correções e ensinamentos transferidos e contribuições nesta obra.

Aos colegas de pós-graduação: Ana Paula, Antônio, Alfredo, Clara, Pedro, Kennia, Dárcio e Naama e aos colegas da graduação Thomas, Raissa, Raissa Ricardo e Kaline pela amizade, companhia, conselhos e por transformarem os momentos estressantes em momentos divertidos.

A meus amigos e colegas da Universidade Federal de Viçosa, em especial a Adans, Renata, Sarita, Carlos, Inorbert, Raul, Nilmara, Fernanda, Priscila, Vinicius e Isaías Rosimeire, Meriele, Danilo, Roberto, Jaime, Hugo e Hamilton, pela parceria e amizade!

A meu estimado irmão André Xavier, pelo apadrinhamento científico, obrigado por tudo compadre!

Um agradecimento especial a D. Sc. Jullianny Golinha, por todo conhecimento e parceria compartilhada durante minha vida acadêmica.

Encerro homenageando a todos os mestres que fizeram parte de minha formação acadêmica! Minha eterna gratidão!

A todos que diretamente ou indiretamente participaram deste trabalho.

Muito Obrigado!

*"Seja um estudante, não um seguidor. Não vá simplesmente fazer o que alguém diz. Tenha interesse pelo que alguém diz, então debata, pondere e considere de todos os ângulos."
(Jim Rohn)*

RESUMO

NOGUEIRA, Diêgo Rodrigues Soares. **Efeito do sombreamento na dinâmica e período de controle de plantas daninhas nas culturas da alface e da rúcula em sistema orgânico.** 2018. 51f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2018.

O uso de telados que reduzem a intensidade luminosa tem sido prática comum em cultivos de hortaliças na região semiárida do Brasil por proporcionar melhores condições ambientais para o desenvolvimento dos cultivos. Essa prática também modifica a dinâmica das plantas daninhas e pode alterar as relações de interferência entre as infestantes e as culturas. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da redução da luminosidade provocada pelo ambiente protegido sobre os períodos de controle e a dinâmica das plantas daninhas nos cultivos orgânicos da alface e da rúcula. Para isso, foram realizados dois experimentos para cada cultura em uma propriedade de cultivo orgânico no município de Governador Dix-Sept Rosado-RN, no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições. Cada experimento correspondeu ao cultivo de alface ou rúcula em condições de luminosidade plena ou em ambiente protegido com redução da luminosidade em 35 %. Os tratamentos foram arranjos em esquema de parcelas subdivididas, tendo como parcelas a convivência ou controle das plantas daninhas, e os períodos de controle/convivência de 0, 7, 14, 21, 28, 35 dias após o transplântio (DAT) como subparcelas. A regressão log-logística de quatro parâmetros foi utilizada para determinar o período anterior (PAI), o período total (PTPI) e o período crítico de prevenção da interferência (PCPI). Os resultados indicaram que sombreamento alterou a dinâmica das plantas daninhas, sendo que a *Digitaria horizontalis* Willd e a *Amaranthus spinosus* L. foram as espécies com maior densidade nos dois cultivos e nos sistemas sem cobertura e no ambiente protegido, respectivamente. A ausência de controle das plantas daninhas reduziu em 65,66 e 90,12 % a produtividade da alface e em 80,01 e 51,69 % a produtividade da rúcula nos sistemas sem cobertura e no ambiente protegido, respectivamente. O PCPI da alface em ambiente descoberto foi do 11° ao 33°, do 12° ao 28° e do 13° ao 22° DAT, e da rúcula foi do 8° ao 29°, do 8° ao 26° e do 9° ao 22° DAT, considerando redução da produção aceitável de 2,5, 5 e 10 %, respectivamente. O cultivo em ambiente protegido reduziu o PCPI da alface para 8° ao 19°, 9° ao 18° e do 10° ao 17° DAT e da rúcula para do 20° ao 39°, 20° ao 31° e do 21° ao 25° DAT considerando uma redução da produção aceitável de 2,5, 5 e 10 %, respectivamente. O cultivo da alface e da rúcula em ambiente protegido, com redução da incidência solar em 35 %, alterou a dinâmica das espécies de plantas daninhas e diminuiu o período de controle de plantas daninhas nas culturas da alface e da rúcula orgânica.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L. *Eruca sativa* Mill.. Competição.

ABSTRACT

NOGUEIRA, Diêgo Rodrigues Soares. **Effect of shading on the dynamics and weed control period in lettuce and arugula crops in organic system.** 2018. 51f. Thesis (Doctorate in Agronomy: Plant Science) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2018.

The use of greenhouses that reduce light intensity has been common practice in vegetable crops in the semi-arid region of Brazil because it provides better environmental conditions for the development of crops. This practice also modifies the dynamics of weeds and may alter the interference relationships among weeds and crops. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of the reduction of the luminosity allowed by the protected environment on the control periods and the dynamics of weeds in the organic crops of lettuce and arugula. For this, two experiments were carried out for each crop in an organic crop property in the municipality of Governador Dix-Sept Rosado-RN, in a randomized complete block design, with three replications. Each experiment corresponded to the cultivation of lettuce or arugula in conditions of full luminosity or in protected environment, with reduction of luminosity in 35 %. The treatments were arranged in a subdivided plot of plots, with the plots coexisting or controlling weeds and as subplots the control/coexistence periods of 0, 7, 14, 21, 28 and 35 days after transplanting (DAT). The log-logistic regression of four parameters was used to determine the critical weed-free period (CWFP), the critical duration of weed interference (CDWI) and the Critical period of weed control (CPWC). Shading altered the dynamics of weeds, with *Digitaria horizontalis* Willd and *Amaranthus spinosus* L. being the species with the highest density in both crops and in the uncovered and protected environment, respectively. The absence of weed control reduced lettuce yields by 65.66 and 90.12 %, and 80.01 and 51.69 %, the arugula productivity in the uncovered and protected environment, respectively. The uncovered lettuce CPWC was from 11th to 33rd, from 12th to 28th and from 13th to 22nd DAT, and from arugula from 8th to 29th, from 8th to 26th and from 9th to 22nd DAT, considering reduction of acceptable production of 2.5, 5 and 10 %, respectively. The cultivation in a protected environment reduced the CPWC of the lettuce from 8th to 19th, from 9th to 18th and from 10th to 17th DAT and from arugula to from 20th to 39th, from 20th to 31st and from 21st to 25th DAT considering a reduction of acceptable production of 2.5, 5 and 10 %, respectively. The cultivation of lettuce and arugula in a protected environment, with a 35 % reduction in solar incidence, altered the dynamics of weed species and decreased the weed control period in lettuce and organic arugula.

Keywords: *Lactuca sativa* L.. *Eruca sativa* L.. Competition.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Valores médios de temperaturas (°C), máxima e mínima do ar, umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) de 06/05/2017 a 17/06/2017. Fonte: Estação Meteorológica Automática INMET, e pluviômetro instalado na propriedade agrícola. UFERSA, Mossoró-RN, 2018.....	23
Figura 2. Matéria seca das plantas daninhas dominantes em função dos dias após o transplântio em cultivo de alface orgânico sem cobertura (A) e em ambiente protegido (B). UFERSA, Mossoró-RN, 2018.....	26
Figura 3. Produtividade relativa da alface orgânica em função dos dias após o transplântio em diferentes níveis de convivência cultivadas a iluminação plena (A) e no ambiente protegido (B). UFERSA, Mossoró-RN, 2018.....	29
Figura 4. Valores médios de temperaturas (°C), máxima e mínima do ar, umidade relativa ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) de 06/05/2017 a 17/06/2017. Fonte: Estação Meteorológica Automática INMET, e pluviômetro instalado na propriedade agrícola. UFERSA, Mossoró-RN, 2018.....	39
Figura 5. Matéria seca (g) de plantas daninhas em cultivo da rúcula orgânica sem cobertura (A) e no ambiente protegido (B) durante o ciclo da cultura. UFERSA, Mossoró-RN, 2018...	42
Figura 6. Produtividade relativa da rúcula orgânica em função dos dias após o transplântio em diferentes níveis de convivência nos ambientes sem cobertura (A) e ambiente protegido (B). UFERSA, Mossoró-RN, 2018.....	45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização do solo quanto aos atributos químicos. UFERSA, Mossoró-RN, 2018.	23
Tabela 2. Densidade média de plantas daninhas dominantes na última coleta da área experimental. UFERSA, Mossoró-RN, 2018.	27
Tabela 3. Estimativas de parâmetros de regressão por tratamento para o modelo log-logístico de quatro parâmetros, caracterizando a influência da duração da interferência das plantas daninhas sobre o rendimento relativo para a cultura da alface orgânica. UFERSA, Mossoró-RN, 2018.	29
Tabela 4. Período anterior a interferência (PAI) e período crítico de prevenção a interferência (PCPI) para o controle de plantas daninhas na cultura da alface orgânica, em ambiente sem cobertura e ambiente protegido, em função da redução aceitável da produtividade. UFERSA, Mossoró-RN, 2018.	30
Tabela 5. Caracterização do solo quanto aos atributos químicos. UFERSA, Mossoró-RN, 2018.	39
Tabela 6. Densidade média de plantas daninhas dominantes na última coleta da área experimental. UFERSA, Mossoró-RN, 2018.	43
Tabela 7. Estimativas de parâmetros de regressão por tratamento para o modelo log-logístico de quatro parâmetros, caracterizando a influência da duração da interferência das plantas daninhas sobre o rendimento relativo para a cultura da rúcula orgânica. UFERSA, Mossoró-RN, 2018.	44
Tabela 8. Período anterior a interferência (PAI) e período crítico de prevenção a interferência (PCPI) para o controle de plantas daninhas na cultura da rúcula orgânica, em ambiente sem cobertura e em ambiente protegido, em função da redução aceitável da produtividade. UFERSA, Mossoró-RN, 2018.	45

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	15
REFERÊNCIAS	17
CAPÍTULO I.....	19
DINÂMICA E PERÍODO DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM ALFACE CULTIVADAS NO SISTEMA ORGÂNICO.....	19
RESUMO	19
ABSTRACT	20
1 INTRODUÇÃO.....	21
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	23
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4 CONCLUSÃO.....	31
5 REFERÊNCIAS	32
CAPÍTULO II.....	35
EFEITO DO SOMBREAMENTO NA DINÂMICA E PERÍODO DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA RÚCULA ORGÂNICA	35
RESUMO	35
ABSTRACT	36
1 INTRODUÇÃO.....	37
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	39
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4 CONCLUSÃO.....	47
5 REFERÊNCIAS	48
CONSIDERAÇÕES FINAIS	53

INTRODUÇÃO GERAL

A produção em sistemas orgânicos é responsável por cerca de 1,2 % da área mundial cultivada. Esse sistema de cultivo vem ganhando destaque, principalmente, devido a preocupação com uma agricultura mais sustentável e com o consumo de alimentos livres de resíduos de pesticidas e fertilizantes químicos. Essa preocupação tem gerado um aumento na demanda por estes produtos, fazendo com que este mercado movimente US\$ 90 bilhões anualmente no mundo (WILLER; LERNOUD, 2017; ZHU et al., 2017; WILLER; LERNOUD, 2018). Neste contexto, as hortaliças contribuem com uma área aproximada de 473.000 ha, que corresponde a 0,7 % da produção mundial (WILLER; LERNOUD, 2018). Neste sistema de produção, por não ser permitido a utilização de químicos, o controle de plantas daninhas se torna o principal desafio.

As plantas daninhas são responsáveis por redução de aproximadamente de 34 % da produtividade das culturas agrícolas mundialmente (JABRAN et al., 2015). A coexistência das plantas daninhas com a cultura gera uma competição pelos recursos de crescimento como água, nutrientes e luz, causando perdas substanciais na qualidade, além da redução na produção chegando a 100 % de perdas (JABRAN et al., 2015; BASTIAANS; KROPFF, 2017; ABBAS et al., 2018). Para que essa interferência seja mínima é necessário um bom manejo de plantas daninhas.

Em qualquer sistema de cultivo, a implantação de práticas de manejo de plantas daninhas eficientes vai depender da determinação do período crítico de prevenção à interferência (PCPI), que é definido como o período em que a cultura deve permanecer sem a presença de plantas daninhas para evitar perdas na produção (TURSUN et al., 2016; DATTA et al., 2017; KNEZEVIC et al., 2017). Nesse período o produtor deve executar impreterivelmente o controle das espécies daninhas. Para a determinação do PCPI é necessário o conhecimento do período anterior à interferência (PAI) e do período total de prevenção à interferência (PTPI) (TURSUN et al., 2016). O PCPI varia de acordo com a cultura, cultivares utilizadas, espaçamento, entre outras, porém um dos mais importantes fatores que influenciam diretamente no período de controle são as condições climáticas.

A utilização de ambiente protegido, com telados que reduzem a intensidade luminosa, tem sido utilizada em regiões semiáridas na produção de hortaliças folhosas como alface e rúcula. Essas estruturas atuam bloqueando parte da luminosidade, reduzindo assim a temperatura, aumentando a umidade relativa e diminuindo a evapotranspiração. Esse microclima criado pela casa de vegetação é ideal para potencializar o desenvolvimento dessas

hortaliças, promovendo conseqüentemente aumento na capacidade competitiva da cultura com outras espécies presentes na área (PEREIRA et al., 2011; DARYANTO et al., 2017).

O microclima criado pela casa de vegetação facilita o desenvolvimento da cultura, melhorando sua adaptação pós transplantio, potencializando o crescimento de sua parte aérea, proporcionando assim o fechamento do dossel, aumentando a capacidade competitiva dessas hortaliças em relação as plantas daninhas (JHA et al., 2017). Embasados nesses aspectos, levantamos a hipótese que o cultivo de hortaliças folhosas em casas de vegetação que bloqueia parte irradiação solar pode reduzir o PCPI e modificar a dinâmica das plantas daninhas nos cultivos orgânicos de alface e da rúcula. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da redução da luminosidade, causada pela casa de vegetação, sobre a dinâmica e o período de controle de plantas daninha no cultivo orgânico da alface e da rúcula.

REFERÊNCIAS

ABBAS, T. et al. Chapter Five - Limitations of Existing Weed Control Practices Necessitate Development of Alternative Techniques Based on Biological Approaches. In: SPARKS, D. L. (Ed.). **Advances in Agronomy**: Academic Press, v.147, 2018. p.239-280.

BASTIAANS, L.; KROPFF, M. J. Weed Competition. In: THOMAS, B.;MURRAY, B. G., et al (Ed.). **Encyclopedia of Applied Plant Sciences (Second Edition)**. Oxford: Academic Press, 2017. p.473-478.

DARYANTO, S.; WANG, L.; JACINTHE, P.-A. Impacts of no-tillage management on nitrate loss from corn, soybean and wheat cultivation: A meta-analysis. **Scientific Reports**, 2017 v. 7, n. 1, p. 12117. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41598-017-12383-7>>. Acesso em: 27 de fev. de 2018.

DATTA, A. et al. Managing weeds using crop competition in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. **Crop Protection**, v. 95, n. Supplement C, p. 60-68, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219416302496>>. Acesso em: 09 fev. 2018.

JABRAN, K. et al. Allelopathy for weed control in agricultural systems. **Crop Protection**, v. 72, p. 57-65, 2015/06/01/ 2015. ISSN 0261-2194. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219415000782>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

JHA, P. et al. Weed management using crop competition in the United States: A review. **Crop Protection**, v. 95, n. Supplement C, p. 31-37, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219416301533>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

KNEZEVIC, S. Z.; JHALA, A.; DATTA, A. Integrated Weed Management. In: THOMAS, B.;MURRAY, B. G., et al (Ed.). **Encyclopedia of Applied Plant Sciences (Second Edition)**. Oxford: Academic Press, 2017. p.459-462.

PEREIRA, F. et al. Growth, assimilate partition and yield of melon charenthais under different shading screens. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 91-97, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362011000100015&nrm=iso>. Acesso em: 27 fev. 2018.

TURSUN, N. et al. The critical period for weed control in three corn (*Zea mays* L.) types. **Crop Protection**, v. 90, n. Supplement C, p. 59-65, 2016/12/01/ 2016. ISSN 0261-2194. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219416302198>>. Acesso em: 09 mar. 2018.

WILLER, H.; LERNOUD, J. The World of Organic Agriculture 2017: Summary. In: WILLER, H. e LERNOUD, J. (Ed.). **The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2017**. Switzerland: Technology Innovation Platform of IFOAM – Organics International (TIPI) c/o Research Institute of Organic Agriculture FiBL, 2017. p.25-33.

_____. **The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2018.** Switzerland: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL) and IFOAM – Organics International., 2018. 348.

ZHU, B. et al. Does organically produced lettuce harbor higher abundance of antibiotic resistance genes than conventionally produced? **Environment International**, v. 98, p. 152-159, 2017/01/01/ 2017. ISSN 0160-4120. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412016307127>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

CAPÍTULO I

DINÂMICA E PERÍODO DE CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS EM ALFACE CULTIVADAS NO SISTEMA ORGÂNICO

RESUMO

O cultivo de alface em ambiente protegido na região semiárida brasileira tem se tornado uma alternativa para criar um microclima ideal para o desenvolvimento da cultura, principalmente pela redução da intensidade luminosa. No entanto, esse microclima também favorece o desenvolvimento de plantas daninhas, alterando os períodos de controle o que tem se tornado um dos principais problemas enfrentados pelos produtores orgânicos. Assim, objetivando-se avaliar o efeito da redução da luminosidade provocada pelo ambiente protegido sobre o período crítico de prevenção à interferência (PCPI) e sobre a dinâmica das plantas daninhas no cultivo orgânico da alface, dois experimentos foram realizados em blocos ao acaso com três repetições em uma propriedade de cultivo orgânico no município de Governador Dix-Sept Rosado, RN. O primeiro experimento foi conduzido sob condição de luminosidade plena e o segundo em ambiente protegido com redução de 35 % da intensidade luminosa. Os tratamentos foram arrançados em esquema de parcela subdivididas, tendo como parcelas a convivência ou controle de plantas daninhas e como subparcelas o períodos de controle/convivência de 0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias após o transplântio (DAT). A regressão log-logística de quatro parâmetros foi utilizada para determinar os períodos anterior à interferência (PAI), o período total de prevenção à interferência (PTPI) e o PCPI. O sombreamento ocasionado pelo ambiente protegido alterou a dinâmica das plantas daninhas, sendo que a *Digitaria horizontalis* Willd e a *Amaranthus spinosus* L. foram as espécies com maior densidade nos cultivos sem cobertura e ambiente protegido, respectivamente. A ausência de controle das plantas daninhas reduziu em 65,66 e 90,12 % a produtividade da alface nos sistemas descobertos e com ambiente protegido, respectivamente. O PCPI da alface em ambiente descoberto foi do 11° ao 33°, do 12° ao 28° e do 13° ao 22° DAT, considerando redução da produção aceitável de 2,5, 5 e 10 %, respectivamente. O ambiente protegido reduziu o PCPI da alface para do 8° ao 19°, 9° ao 18° e do 10° ao 17° DAT para redução da produção aceitável de 2,5, 5 e 10 %, respectivamente. A utilização do ambiente protegido alterou a dinâmica das espécies e diminuiu o período de controle de plantas daninhas na cultura da alface orgânica em 11,2, 7,4 e 2,6 dias considerando redução da produção aceitável de 2,5, 5 e 10 %, respectivamente. O cultivo da alface orgânica em ambiente protegido, com redução da incidência solar em 35 %, alterou a dinâmica das espécies de plantas daninhas e diminuiu o período de controle de plantas daninhas.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L.. Competição. Ambiente protegido.

DYNAMICS AND PERIOD OF CONTROL OF WEED PLANTS IN LETTUCE CULTIVATED IN THE ORGANIC SYSTEM

ABSTRACT

The cultivation of lettuce in a protected environment in the Brazilian semiarid region has become an alternative to create an ideal microclimate for the development of the crop, mainly by reducing the luminous intensity. However, this microclimate also favors the development of weeds, altering the periods of control, which has become one of the main problems faced by organic producers. Thus, in order to evaluate the effect of the reduction of the luminosity caused by the protected environment on the critical period for weed control (CPWC) and weed dynamics in organic lettuce cultivation, two experiments were performed in randomized blocks with three replicates in an organic farm in the municipality of Governador Dix-Sept Rosado, RN. The first experiment was conducted under full light conditions and the second, in a protected environment with 35 % less light intensity. The treatments were arranged in a subdivided plot of plots, with the plots coexisting or controlling weeds and as subplots the control/coexistence periods of 0, 7, 14, 21, 28 and 35 days after transplanting (DAT). The log-logistic regression of four parameters was used to determine the critical weed-free period (CWFP), the critical duration of weed interference (CDWI) and CPWC. The shading caused by the protected environment changed the dynamics of weeds, with *Digitaria horizontalis* Willd and *Amaranthus spinosus* L. being the species with the highest density in the crops without cover and protected environment, respectively. The absence of weed control reduced lettuce yield in the uncovered and protected environment systems, in 65.66 and 90.12 %, respectively. The CPWC of lettuce in the uncovered environment was from 11th to 33rd, from 12th to 28th and from 13th to 22nd DAT, considering a reduction of acceptable production of 2.5, 5 and 10 %, respectively. The protected environment reduced the CPWC of the lettuce from 8th to 19th, from 9th to 18th and from 10th to 17th DAT considering reduction of the acceptable production of 2.5, 5 and 10 %, respectively. The use of the protected environment altered the dynamics of the species and decreased the weed control period in the organic lettuce cultivation in 11.2, 7.4 and 2.6 days, considering reduction of the acceptable production of 2.5, 5 and 10 %, respectively. The cultivation of organic lettuce in a protected environment, with reduction of the solar incidence in 35 %, altered the dynamics of the weed species and decreased the period of weed control.

Keywords: *Lactuca sativa* L.. Competition. Protected environment.

1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma hortaliça amplamente cultivada e consumida em todo o mundo. A área e produção mundial estimada é de aproximadamente 1,22 milhão de hectares e 26,78 milhões de toneladas (FAO, 2016). O maior produtor mundial dessa hortícola é a China (MOU, 2008; NIE et al., 2017). Os EUA e a Europa Ocidental contribuem com cerca de 22 % e 13 % da produção mundial de alface, respectivamente (MOU, 2008). Além de sua importância econômica, o consumo dessa hortícola fornece benefícios a saúde humana por possuir propriedades nutricionais e medicinais, disponibilizando fibras, minerais, e compostos bioativos como folato, β -caroteno, luteína e fenóis (KIM et al., 2016).

A alface pode ser produzida por sistemas convencionais ou orgânicos. A produção desse último tem aumentado devido a segurança dos alimentos produzidos, livres de fertilizantes químicos e pesticidas (ZHU et al., 2017). Além da qualidade, outras premissas da agricultura orgânica como preservação das áreas rurais, e métodos de plantio mais sustentáveis, que visam preservar os recursos naturais popularizam os setores da sociedade que procuram contribuir com a conservação ambiental (FORSTER et al., 2013; BENVENUTI; PARDOSSI, 2017; ZHU et al., 2017).

Dentre os desafios que cercam a agricultura orgânica, a restrição no uso de produtos químicos para controle fitossanitário dificulta o manejo de alguns insetos e fungos. Outro fator biótico que reduz a produtividade em cultivos orgânicos é a competição com plantas daninhas (RADHAKRISHNAN et al., 2016). Sem a possibilidade do método químico de controle, é necessário conhecer opções que possam compor o manejo integrado de plantas daninhas. Geralmente, a capina manual é a principal alternativa empregada nas propriedades, porém, o gasto atrelado à mão-de-obra eleva os custos de produção dos sistemas (ABBAS et al., 2018).

Uma forma de reduzir o número de capinas necessária para evitar as perdas com a competição entre plantas daninhas é integrar outros métodos de controle (KNEZEVIC et al., 2017). Práticas que favorecem o rápido crescimento da cultura em detrimento das plantas daninhas como aumentam o sucesso do controle. Teoricamente, a maior velocidade de crescimento da cultura promove o fechamento do dossel, reduzindo a intensidade luminosa entre as linhas de cultivo, limitando o crescimento de plantas daninhas (JHA et al., 2017).

O controle cultural pode reduzir o período crítico de prevenção a interferência (PCPI) em diversas culturas. Por exemplo, a adubação nitrogenada localizada em algodoeiro

favoreceu o rápido crescimento da cultura em relação as plantas daninhas, reduzindo o PCPI, consequentemente, o número de capinas necessárias para assegurar uma produtividade de 95 % (TURSUN et al., 2015). Outra estratégia capaz de reduzir o PCPI foi o adensamento da cultura de batata (AHMADVAND et al., 2009).

A utilização de ambiente protegido, com telados que bloqueiam a passagem de parte da irradiação solar, tem se tornado cada vez mais comum entre os produtores de hortaliças folhosas no Brasil. Essa tecnologia permite aos produtores manejarem melhor variáveis ambientais como luminosidade, temperatura, e a evapotranspiração, proporcionando um ambiente ideal para o desenvolvimento máximo da cultura, aumentando sua capacidade competitiva (PEREIRA et al., 2011; DARYANTO et al., 2017). O excesso de irradiação solar e temperatura elevada interferem diretamente no desenvolvimento da cultura da alface, essas condições ocasionam redução do ciclo, diminuição da produção, alteração na textura da folha e indução do pendoamento, essas características inviabilizam a comercialização do produto (DIAMANTE et al., 2013; RICARDO et al., 2014). Nas regiões sudeste e sul do Brasil, essas estruturas são utilizadas principalmente no verão onde ocorre maior incidência solar, já nas regiões semiáridas, são utilizadas no ano todo.

Apesar do ciclo curto, a alface tem um porte baixo, não exercendo nenhum sombreamento capaz de tornar efetivo o controle cultural nos períodos iniciais. No entanto, sistemas de manejo que reduzem a intensidade luminosa, como a utilização de ambiente protegido, em cultivos de alface podem ser exercer algum nível de controle cultural, uma vez que nestas condições beneficiam favorecem o desenvolvimento da cultura. Assim, levantamos a hipótese de que o uso do ambiente protegido em cultivos de alface em sistema orgânico pode reduzir o PCPI e alterar a dinâmica das plantas daninhas. Portanto, o objetivo do nosso trabalho foi avaliar o efeito do ambiente protegido sobre o PCPI e sobre a dinâmica das plantas daninhas na cultura da alface orgânica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos de campo foram realizados em uma propriedade de cultivo orgânico no município de Governador Dix-Sept Rosado-RN, localizada a 5°18'48''S de latitude e 37°26'34''O de longitude, no período de 06/05/2017 a 17/06/2017. A altitude aproximada é 20 m e o clima, segundo Thornthwaite, é classificado como DdAa' (CARMO FILHO et al., 1991). As áreas utilizadas neste estudo estavam em atividade produtiva no sistema orgânico há mais de 8 anos e todos os tratos culturais foram realizados de acordo com as práticas de produção adotadas pela propriedade. Os dados meteorológicos médios coletados durante o período da realização dos experimentos estão expressos na Figura 1.

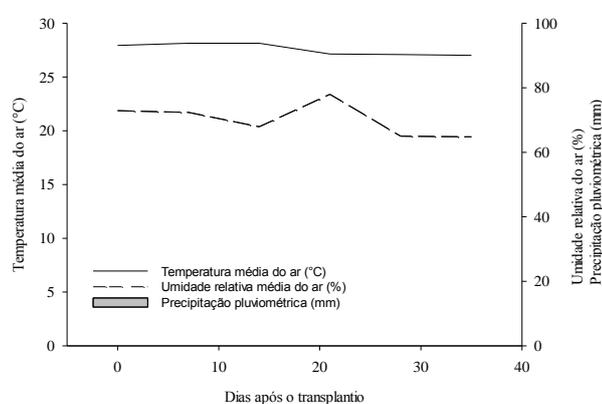


Figura 1. Valores médios de temperaturas (°C), máxima e mínima do ar, umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) de 06/05/2017 a 17/06/2017. Fonte: Estação Meteorológica Automática INMET, e pluviômetro instalado na propriedade agrícola. UFERSA, Mossoró-RN, 2018.

O solo da área experimental possui textura franco-argilosa e sua constituição química está expressa na Tabela 1. Os canteiros foram preparados com a utilização de uma enxada rotativa, sendo nivelados e adubados com húmus na dose de 5 kg m⁻².

Tabela 1. Caracterização do solo quanto aos atributos químicos. UFERSA, Mossoró-RN, 2018.

pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	MO	N
H ₂ O	-----mg dm ⁻³ -----		-----cmol _c dm ⁻³ -----				%	-----g dm ⁻³ -----	
8,0	47,23	1706,13	15,46	8,65	33,00	33,00	100	38,06	2,24

Para obtenção das mudas foram utilizadas sementes da alface tipo crespa (cv. Elba). As sementes foram plantadas em bandeja de poliestireno preenchidas com húmus, fabricado na propriedade rural, colocando aproximadamente cinco sementes em cada célula. As bandejas foram acondicionadas em casa de vegetação por um período de 21 dias. Aos nove dias após o plantio (DAP) foi realizado o desbaste, mantendo uma plântula por célula. Aos 21

DAP, as mudas foram transplantadas para os canteiros, obedecendo ao espaçamento de 0,30 x 0,30 m.

Dois experimentos foram desenvolvidos no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições. Sendo um conduzido em condições de luminosidade plena e o outro em ambiente protegido com redução da luminosidade de 35 %. A tela utilizada foi do tipo Nylon Monofilamento (Sombrite®) com bloqueios de raios UV sendo afixadas em hastes metálicas a 2,5 m de altura. Os tratamentos foram arranjados em esquema de parcelas subdivididas, tendo como parcelas a convivência ou controle das plantas daninhas, e o período de convivência/controle de 0, 7, 14, 21, 28, 35 DAT como subparcelas. A unidade experimental avaliada mediu 1,73 m² e continha 26 plantas. A área útil foi composta pelas fileiras centrais, totalizando 15 plantas.

O sistema de irrigação utilizado foi o microaspersão, com microaspersores de vazão de 36 l h⁻¹, espaçados a 3 m entre si, com dois turnos de rega de 30 min totalizando 14 mm, de acordo com o manejo adotado pelo produtor. A capina das subparcelas foi realizada de forma manual.

Para determinação da irradiação solar e temperatura do ar, dentro e fora do ambiente protegido, foi utilizado o analisador de infravermelho de gases (IRGA, modelo portátil LI-6400, LI-COR Biosciences). A coleta de dados foi realizada seguindo as orientações do fabricante, entre 9 h e 11 h, totalizando 3 medições em cada ambiente.

Ao término de cada período de convivência, as plantas daninhas presentes nas subparcelas foram coletadas em áreas amostrais de 0,25 m², sendo contadas e classificadas por espécie para determinação da densidade e matéria seca.

Para a determinação da matéria seca as amostras classificadas foram acondicionadas em sacos de papel, e secas em estufa de circulação forçada a 65 °C até atingirem peso constante.

As plantas da alface foram colhidas, contadas e pesadas aos 35 DAT para mensuração da produção e estimar a produtividade. Os dados médios de produtividade (kg ha⁻¹) dos tratamentos nos diferentes níveis de controle e convivência com as plantas daninhas foram convertidos para produtividade relativa. Os dados foram submetidos à análise de regressão utilizando a seguinte equação:

$$y = \frac{A + (B - A)}{1 + \left(\frac{X}{C}\right)^{-D}}$$

Nessa equação, y representa a produtividade relativa; X , os dias após a emergência; A , B , C , e D são parâmetros da equação logística. Sendo A e B correspondendo aos valores mínimo e máximo; C , ponto de inflexão 50 % entre os valores mínimo e máximo e D a declividade da curva no ponto de inflexão (KNEZEVIC; DATTA, 2015). Perdas de 2,5; 5,0; e 10 % foram estabelecidos para determinar o PCPI das cultivares.

Para a análise de regressão e construção dos gráficos de matéria seca de plantas daninhas e períodos de interferência foi utilizado o *software* SigmaPlot 12.0[®].

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies de plantas daninhas que ocorreram na área na pesquisa foram: *Aeschynomene rudis* Benth (angiquinho), *Alternanthera tenella* Colla (apaga-fogo), *Amaranthus spinosus* L. (carurú), *Amaranthus hybridus* L. (carurú-roxo), *Cleome spinosa* Jacq. (mussambê), *Commelina benghalensis* Linn. (trapoeraba), *Cynodon dactylon* L. (grama-seda), *Cyperus rotundus* L. (tiririca), *Digitaria horizontalis* Willd (capim-colchão), *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (capim-pé-de-galinha), *Ipomoea triloba* L. (corda-de-viola), *Macroptilium lathyroides* L. (feijão-de-rola), *Physalis angulata* L. (juá-de-capote), *Phyllanthus niruri* L. (quebra-pedra), *Portulaca oleracea* L. (beldroega), *Senna obtusifolia* L. (mata-pasto), *Sida cordifolia* Linn. (malva-sida), *Sida rhombifolia* L. (guanxuma), e *Trianthema portulacastrum* L. (brede).

O cultivo em ambiente protegido alterou a quantidade de matéria seca acumulada e densidade das espécies de plantas daninhas (Figura 2A e B, Tabela 2). As espécies dominantes no sistema sem cobertura foram *Amaranthus spinosus* L., *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Commelina benghalensis* Linn., *Trianthema portulacastrum* L. e *Digitaria horizontalis* Willd., sendo esta, a espécie com maior acúmulo de matéria seca e densidade, enquanto no ambiente protegido observou-se a presença de menor número espécies sendo *Amaranthus spinosus* L., a espécie com maior acúmulo de matéria seca e densidade, *Alternanthera tenella* Colla e *Commelina benghalensis* Linn., as dominantes.

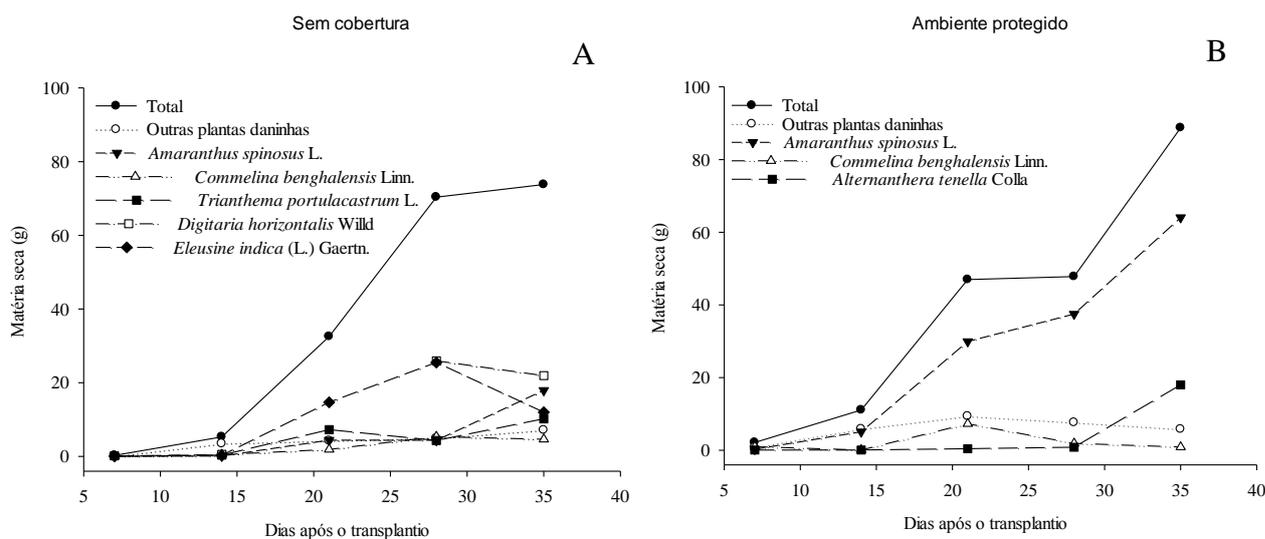


Figura 2. Matéria seca das plantas daninhas dominantes em função dos dias após o transplântio em cultivo de alface orgânico sem cobertura (A) e em ambiente protegido (B). UFERSA, Mossoró-RN, 2018.

Analisando ocorrência das espécies nos ambientes estudados, verificamos no ambiente sem cobertura a predominância de plantas de metabolismo fotossintético C4 (quatro espécies) e a menor incidência de plantas com metabolismo C3 (uma espécie). Plantas contendo metabolismo C4 não se saturam por luz, acumulando maior quantidade de matéria seca quando comparada com plantas C3, se tornando mais competitivas em ambientes de plena luminosidade (MAHENDRA et al., 1974; TAIZ; ZEIGER, 2013). Em condições de redução de luminosidade, espécies C3 tendem a ser mais competitivas em relação a plantas C4, foi observado este efeito no ambiente protegido pois não verificamos a incidência de *Digitaria horizontalis* Willd e *Eleusine indica* (L.) Gaertn, espécies C4 clássicas, neste ambiente (MWENDWA et al., 2018).

Tabela 2. Densidade média de plantas daninhas dominantes na última coleta da área experimental. UFERSA, Mossoró-RN, 2018.

Tratamento	Planta daninha	Sistema fotossintético	Densidade (plantas m ⁻²)
Sem cobertura	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd	C4	100
	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	C4	68
	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	C4	60
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	C4	32
	<i>Commelina benghalensis</i> Linn.	C3	12
	Outras plantas daninhas	-	60
Ambiente protegido	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	C4	180
	<i>Commelina benghalensis</i> Linn.	C3	8
	<i>Alternanthera tenella</i> Colla	C3-C4	4
	Outras plantas daninhas	-	72

No ambiente protegido, identificamos a presença de espécies C3, C4, e de metabolismo intermediário C3-C4. A espécie que melhor se adaptou ao ambiente foi *Amaranthus spinosus* L. (Amaranthaceae), com maior acúmulo de matéria seca total (64,07g) e densidade (180 plantas m⁻²), mesmo sendo classificada como uma espécie C4. Apesar de ter sido a espécie com menor densidade, a *Alternanthera tenella* Colla (Amaranthaceae) foi a segunda espécie com maior acúmulo de matéria seca (Figura 2B, Tabela 2).

Estudos tem relatado que algumas espécies pertencentes a família Amaranthaceae, como *Alternanthera tenella* Colla, possui um mecanismo fotossintético de transição entre C3 e C4, por possuírem ponto de compensação de CO₂ e taxa fotossintética em função da intensidade luminosa, intermediários entre espécies C3 e gramíneas C4 (RAJENDRUDU et al., 1986; SÁNCHEZ-DEL PINO et al., 2012). Além de pertencer a mesma botânica da *Alternanthera tenella* Colla, *Amaranthus spinosus* L. possui características morfofisiológicas que favorece a captação da luminosidade, como disposição e inclinação das folhas, altura da planta elevada, tornando-a mais competitiva em relação às outras espécies, favorecendo sua

predominância na área (TSUTSUMI et al., 2017). Portanto, a menor intensidade luminosa no ambiente com cobertura favoreceu a melhor adaptação das espécies *Amaranthus spinosus* L. e *Alternanthera tenella* Colla, dominando esse agrossistema.

Os dados de rendimento relativo seguiram uma tendência logística com quatro parâmetros, sendo o modelo proposto adequado, uma vez que apresentou alto valor de r^2 (Tabela 3). A ausência do controle de plantas daninhas causou redução na produtividade de 65,66 e 90,12 % nos cultivos a luminosidade plena e no ambiente protegido, respectivamente (Figura 3). Ao serem transplantadas, as mudas da alface necessitam de um tempo para se adaptarem ao novo ambiente e se estabelecerem na área, durante esse tempo, devido ao microclima gerado pela redução da luminosidade, facilitou germinação do banco de sementes e o estabelecimento das plantas daninhas, principalmente do *Amaranthus spinosus* L., que foi a espécie dominante e se apareceu de forma muito agressiva. Esses eventos foram responsáveis pela drástica redução da produtividade da alface nas parcelas que não houve controle.

O sombreamento ocasionado pelo ambiente protegido causou um efeito positivo para a cultura reduzindo o período crítico de prevenção à interferência (PCPI) de 22,2 para 11,0, de 16,4 para 9,0 e de 9,2 para 6,6 DAT considerando redução da produtividade de 2,5, 5,0 e 10,0 % respectivamente. A redução da intensidade luminosa promoveu efeito similar no período anterior à interferência (PAI) onde reduziu de 10,5 para 7,9, de 11,5 para 8,6 e de 12,7 para 9,7 DAT considerando redução da produtividade de 2,5, 5,0 e 10,0 % respectivamente (Figura 3, Tabela 4). Atribui-se a redução do PAI observada no ambiente protegido ao microclima criado pelo sombreamento, deixando o solo úmido por um período maior de tempo e ao solo rico em matéria orgânica, proporcionando condições ambientais perfeitas para a germinação do banco de sementes e crescimento de plantas daninhas (PEREIRA et al., 2011; DARYANTO et al., 2017).

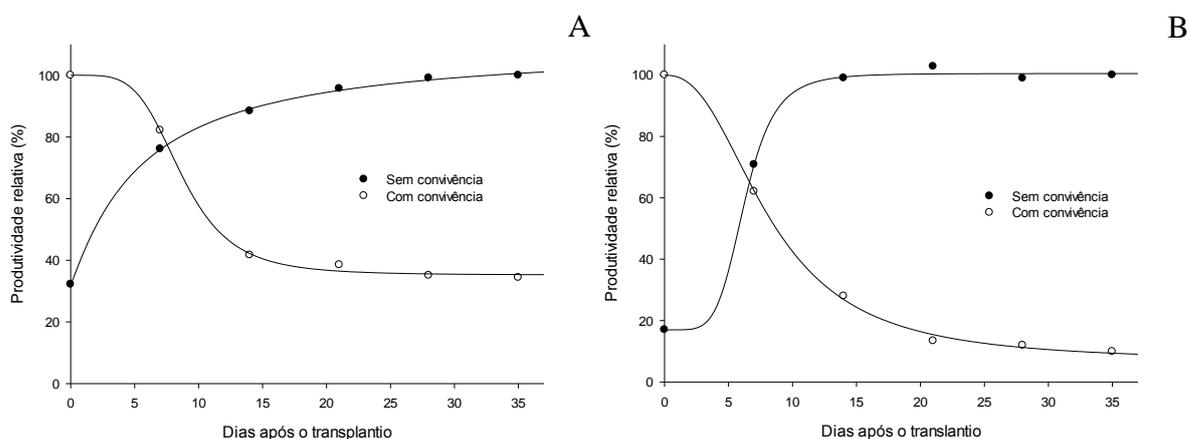


Figura 3. Produtividade relativa da alface orgânica em função dos dias após o transplante em diferentes níveis de convivência cultivadas a iluminação plena (A) e no ambiente protegido (B). UFERSA, Mossoró-RN, 2018.

O ambiente protegido favoreceu o desenvolvimento da cultura da alface devido ao microclima formado. O sombreamento reduziu a temperatura em 2°C, conseqüentemente o déficit de pressão de vapor (DPV) nesse ambiente foi menor comparado ao sistema sem cobertura. Em condições de menor DPV as plantas de alface tem maior capacidade de abertura estomática favorecendo o acúmulo de carbono (MARTÍNEZ-VILALTA et al., 2014; SINCLAIR et al., 2017). Outro fato a considerar é que a menor incidência de luz no solo do ambiente com cobertura reduz as perdas de umidade do solo através da evaporação. Nessas condições favoráveis, as plantas de alface são capazes de fechar o dossel mais rápido do que quando cultivadas em condições de luminosidade plena, limitando ainda mais a quantidade de luz chega ao solo, reduzindo a germinação do banco de sementes de plantas daninhas, diminuindo período necessário de controle de plantas daninhas (PCPI) (PEREIRA et al., 2011; DARYANTO et al., 2017).

Tabela 3. Estimativas de parâmetros de regressão por tratamento para o modelo log-logístico de quatro parâmetros, caracterizando a influência da duração da interferência das plantas daninhas sobre o rendimento relativo para a cultura da alface orgânica. UFERSA, Mossoró-RN, 2018.

Tratamento	Curva	Parâmetros da regressão				
		A	B	C	D	r ²
Sem cobertura	Sem competição	16,67	100,5	13,09	8,91	0,99
	Com competição	8,32	104,1	14,9	-4,1	0,99
Ambiente protegido	Sem competição	-367,82	107,87	2,12	1,39	0,99
	Com competição	35,52	100,16	15,83	-7,71	0,99

A limitação luminosa promovida pelo ambiente protegido alterou a dinâmica de plantas daninhas da área. Plantas como a *Digitaria horizotalis* Willd e *Eleusine indica* (L.) Gaertn., que tiveram um rápido crescimento inicial no ambiente de luminosidade plena, não foram detectadas no sistema com cobertura (Figura 2 A e B). A espécie dominante nesse sistema foi a *Amaranthus spinosus* L., que apesar de C4, tem um crescimento inicial lento. A medida que as capinas foram realizadas, a alface foi capaz de crescer e fechar o dossel nas linhas e entre linhas de cultivos, restringindo a incidência luminosa necessária para o crescimento da *Amaranthus spinosus* L.. Esse efeito não foi observado no sistema sem cobertura telada. Nessas áreas, plantas com maior taxa de crescimento inicial como *Digitaria horizotalis* Willd e *Eleusine indica* (L.) Gaertn. foram capazes de crescer e acumular matéria seca mesmo após realizadas as primeiras capinas. Portanto, no sistema sem cobertura é necessário realizar o controle por um maior período de tempo quando comparado ao ambiente protegido.

Tabela 4. Período anterior a interferência (PAI) e período crítico de prevenção a interferência (PCPI) para o controle de plantas daninhas na cultura da alface orgânica, em ambiente sem cobertura e ambiente protegido, em função da redução aceitável da produtividade. UFERSA, Mossoró-RN, 2018.

Sistema de manejo	Redução da produtividade (%)	Períodos de interferência (dias)	
		PAI	PCPI
Sem cobertura	2,5	10,5	22,2
	5,0	11,5	16,4
	10,0	12,7	9,2
Ambiente protegido	2,5	7,9	11,0
	5,0	8,6	9,0
	10,0	9,7	6,6

Os resultados deste trabalho revelam que o sombreamento causado pelo ambiente protegido modificou a dinâmica e o período de controle de plantas daninhas. Considerando 5,0 % de redução na produtividade, o período que a cultura deve ser manter livre de plantas daninhas é do dia 11 ao dia 28, totalizando 17 dias de manejo no ambiente sem cobertura e do dia 8 ao dia 18, totalizando 10 dias de manejo de plantas daninhas no ambiente protegido. O ambiente protegido reduziu em 7 dias o período de controle, sendo necessárias duas capinas sendo a primeira no dia 7 e a segunda no dia 14, enquanto que no ambiente sem cobertura serão necessária aproximadamente três capinas a primeira no dia 10 a segunda no dia 18 e a terceira no dia 26.

4 CONCLUSÃO

O cultivo da alface orgânica em ambiente protegido, com redução da luminosidade de 35 %, alterou a dinâmica das espécies de plantas daninhas e diminuiu o período de controle.

5 REFERÊNCIAS

- ABBAS, T. et al. Chapter Five - Limitations of Existing Weed Control Practices Necessitate Development of Alternative Techniques Based on Biological Approaches. In: SPARKS, D. L. (Ed.). **Advances in Agronomy**: Academic Press, v.147, 2018. p.239-280.
- AHMADVAND, G.; MONDANI, F.; GOLZARDI, F. Effect of crop plant density on critical period of weed competition in potato. **Scientia Horticulturae**, v. 121, n. 3, p. 249-254, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423809000855>>. Acesso em: 27 fev. 2018.
- BENVENUTI, S.; PARDOSSI, A. Weed seedbank dynamics in Mediterranean organic horticulture. **Scientia Horticulturae**, v. 221, p. 53-61, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423817302376>>. Acesso em: 23 fev. 2018.
- CARMO FILHO, F. D.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados climatológicos de Mossoró: um município semi-árido nordestino**. Coleção Mossoroense. Mossoró: ESAM. 30: 121 p. 1991.
- DARYANTO, S.; WANG, L.; JACINTHE, P.-A. Impacts of no-tillage management on nitrate loss from corn, soybean and wheat cultivation: A meta-analysis. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 12117, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41598-017-12383-7>>. Acesso em: 27 fev. 2018.
- DIAMANTE, M. S. et al. Produção e resistência ao pendoamento de alfaces tipo lisa cultivadas sob diferentes ambientes. **Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 133-140, 2013.
- FAO. FAOSTAT. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 26 jan. 2018.
- FORSTER, D. et al. Chapter 2 - Organic Agriculture—Driving Innovations in Crop Research. In: (Ed.). **Agricultural Sustainability**. San Diego: Academic Press, 2013. p.21-46.
- JHA, P. et al. Weed management using crop competition in the United States: A review. **Crop Protection**, v. 95, n. Supplement C, p. 31-37, 2017/05/01/ 2017. ISSN 0261-2194. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219416301533>>. Acesso em: 27 fev. 2018.
- KIM, M. J. et al. Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 49, p. 19-34, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157516300230>>. Acesso em: 08 mar. 2018.
- KNEZEVIC, S. Z.; DATTA, A. The Critical Period for Weed Control: Revisiting Data Analysis. **Weed Science**, v. 63, n. SP1, p. 188-202, 2015. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/article/critical-period-for-weed-control-revisiting-data-analysis/F2840F1A843DA1918DC5DFDB90472525>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

KNEZEVIC, S. Z.; JHALA, A.; DATTA, A. Integrated Weed Management. In: THOMAS, B.; MURRAY, B. G., et al (Ed.). **Encyclopedia of Applied Plant Sciences (Second Edition)**. Oxford: Academic Press, 2017. p.459-462.

MAHENDRA, S.; OGREN, W. L.; WIDHOLM, J. M. Photosynthetic Characteristics of Several C3 and C4 Plant Species Grown Under Different Light Intensities1. **Crop Science**, v. 14, n. 4, p. 563-566, 1974. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1974.0011183X001400040021x>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

MARTÍNEZ-VILALTA, J. et al. A new look at water transport regulation in plants. **New Phytologist**, v. 204, n. 1, p. 105-115, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/nph.12912>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

MOU, B. Lettuce. In: Prohens J., Nuez F. (eds) Vegetables I. In: (Ed.). **Handbook of Plant Breeding**. New York, NY: Springer, v.1, 2008. p.75-116.

MWENDWA, J. M. et al. The weed suppressive ability of selected Australian grain crops; case studies from the Riverina region in New South Wales. **Crop Protection**, v. 103, p. 9-19, 2018. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219417302612>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

NIE, C. et al. Optimization of water-soluble polysaccharides from stem lettuce by response surface methodology and study on its characterization and bioactivities. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 105, p. 912-923, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813017318408>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

PARRY, S.; SHRESTHA, A. Effects of Weed-Free Periods on Organic Romaine Lettuce Production. **Journal of Crop Improvement**, v. 32, n. 1, p. 124-139, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/15427528.2017.1402112>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

PEREIRA, F. et al. Growth, assimilate partition and yield of melon charenthais under different shading screens. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 91-97, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362011000100015&nrm=iso>. Acesso em: 27 fev. 2018.

RADHAKRISHNAN, R.; PARK, J.-M.; LEE, I.-J. *Enterobacter* sp. I-3, a bio-herbicide inhibits gibberellins biosynthetic pathway and regulates abscisic acid and amino acids synthesis to control plant growth. **Microbiological Research**, v. 193, n. Supplement C, p. 132-139, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S094450131630057X>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

RAJENDRUDU, G.; PRASAD, J. S. R.; DAS, V. S. R. C3-C4 Intermediate Species in *Alternanthera* (Amaranthaceae) Leaf Anatomy, CO₂ Compensation Point, Net CO₂ Exchange and Activities of Photosynthetic Enzymes. **Plant Physiology**, v. 80, n. 2, p. 409, 1986.

Disponível em: <<http://www.plantphysiol.org/content/80/2/409.abstract>>. Acesso em: 09 mar. 2018.

RICARDO, A. D. S. et al. Telas de sombreamento no desempenho de cultivares de alface. **Nucleus**, v. 11, n. 2, p. 433-442, 2014.

SÁNCHEZ-DEL PINO, I.; MOTLEY, T. J.; BORSCH, T. Molecular phylogenetics of *Alternanthera* (Gomphrenoideae, Amaranthaceae): resolving a complex taxonomic history caused by different interpretations of morphological characters in a lineage with C4 and C3–C4 intermediate species. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 169, n. 3, p. 493-517, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8339.2012.01248.x>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

SINCLAIR, T. R. et al. Limited-transpiration response to high vapor pressure deficit in crop species. **Plant Science**, v. 260, p. 109-118, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168945216306112>>. Acesso em: 09 mar. 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. Artmed, 2013.

TSUTSUMI, N. et al. Variations in structural, biochemical, and physiological traits of photosynthesis and resource use efficiency in *Amaranthus* species (NAD-ME-type C4). **Plant Production Science**, v. 20, n. 3, p. 300-312, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/1343943X.2017.1320948>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

TURSUN, N. et al. Nitrogen application influenced the critical period for weed control in cotton. **Crop Protection**, v. 74, n. Supplement C, p. 85-91, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219415300090>>. Acesso em: 09 mar. 2018.

ZHU, B. et al. Does organically produced lettuce harbor higher abundance of antibiotic resistance genes than conventionally produced? **Environment International**, v. 98, p. 152-159, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412016307127>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

CAPÍTULO II

EFEITO DO SOMBREAMENTO NA DINÂMICA E PERÍODO DE INTERFERÊNCIA DE PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DA RÚCULA ORGÂNICA

RESUMO

A temperatura elevada e a alta irradiação solar na região semiárida brasileira têm afetado a produção e a qualidade da rúcula orgânica. O uso de estruturas teladas tem sido uma alternativa para redução da luminosidade, criando um microclima ideal para o desenvolvimento da cultura. Esse microclima altera o comportamento das plantas daninhas, modificando sua dinâmica e suas relações de interferência. Neste sentido, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito do sombreamento provocado pelo ambiente protegido, sobre a dinâmica e os períodos de controle de plantas daninhas na cultura da rúcula orgânica. Para tal, dois experimentos foram realizados utilizando o delineamento em blocos ao acaso, com três repetições, em uma propriedade de cultivo orgânico no município de Governador Dix-Sept Rosado, RN. O primeiro experimento foi conduzido sob condição de luminosidade total e o segundo experimento, em ambiente protegido com redução da luminosidade em 35 %. Os tratamentos foram arranjados em esquema de parcela subdivididas, tendo como parcelas a convivência ou controle de plantas daninhas e como subparcelas o períodos de controle/convivência de 0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias após o transplântio (DAT). A regressão log-logística de quatro parâmetros foi utilizada para determinar os períodos anterior (PAI), total (PTPI) e o crítico de prevenção à interferência (PCPI). A redução da luminosidade no ambiente protegido alterou a dinâmica das plantas daninhas, sendo que a *Digitaria horizontalis* Willd e a *Amaranthus spinosus* L. foram as espécies com maior densidade no sistema descoberto e ambiente protegido, respectivamente. A ausência de controle das plantas daninhas reduziu em 51,69 e 80,01 % a produtividade da rúcula nos sistemas com e sem ambiente protegido, respectivamente. O PCPI da rúcula em ambiente descoberto foi do 8° ao 29°, do 8° ao 26° e do 9° ao 22° DAT, considerando redução da produção aceitável de 2,5, 5 e 10 %, respectivamente. O ambiente protegido reduziu o PCPI da rúcula para do 20° ao 39°, 20° ao 31° e do 21° ao 25° DAT para redução da produção aceitável de 2,5, 5 e 10 %, respectivamente. A utilização do ambiente protegido alterou a dinâmica das espécies e diminuiu o período de controle de plantas daninhas na cultura da rúcula orgânica em 2,5, 7,6 e 8,8 dias, considerando redução da produção aceitável de 2,5, 5 e 10 %, respectivamente. O cultivo da rúcula orgânica em ambiente protegido, com redução da incidência solar em 35 %, alterou a dinâmica das espécies de plantas daninhas e diminuiu o período de controle de plantas daninhas.

Palavras-chave: *Eruca sativa* Mill. Ambiente protegido. Competição.

SHADING EFFECT ON DYNAMICS AND PERIOD OF INTERFERENCE OF WEED IN CULTURE OF ORGANIC ARUGULA

ABSTRACT

The high temperature and the high solar irradiation in the Brazilian semi-arid region have affected the production and the quality of the organic arugula. The use of greenhouse has been an alternative to reduce the luminosity, creating an ideal microclimate for the development of the culture. This microclimate changes the behavior of weeds, modifying their dynamics and their interference relations. In this sense, in order to evaluate the shading effect caused by the protected environment on the dynamics and weed control period in the organic arugula, two experiments were performed in randomized blocks with three replicates in an organic crop in the municipality of Governador Dix-Sept Rosado, RN. The first experiment was conducted under full light conditions and the second, in a protected environment with a 35 % reduction in light intensity. The treatments were arranged in a subdivided plot of plots, with the plots coexisting or controlling weeds and as subplots the control/coexistence periods of 0, 7, 14, 21, 28 and 35 days after transplanting (DAT). The log-logistic regression of four parameters was used to determine the critical weed-free period (CWFP), the critical duration of weed interference (CDWI) and CPWC. The reduction of the luminosity in the protected environment changed the dynamics of weeds, with *Digitaria horizontalis* Willd and *Amaranthus spinosus* L. being the species with higher density in the discovered system and protected environment, respectively. The absence of weed control reduced the yield of arugula in the systems with and without protected environment by 51.69 and 80.01 %, respectively. The CPWC of uncovered arugula was from 8th to 29th, from 8th to 26th and from 9th to 22nd DAT, considering acceptable reduction of 2.5, 5 and 10 %, respectively. The protected environment reduced the PCPI of the arugula from 20th to 39th, from 20th to 31st and from 21st to 25th DAT, considering acceptable reduction of 2.5, 5 and 10%. The use of the protected environment altered the dynamics of the species and decreased the weed control period in the organic arugula culture in 2.5, 7.6 and 8.8 days, considering a reduction of the acceptable production of 2.5, 5 and 10 %, respectively. The cultivation of organic arugula in a protected environment, with reduction of the solar incidence in 35 %, altered the dynamics of the weed species and decreased the weed control period.

Keywords: *Eruca sativa* Mill.. Protected environment. Competition.

1 INTRODUÇÃO

A rúcula (*Eruca sativa* Mill.) é uma espécie nativa da região do Mediterrâneo e pertence à família Brassicaceae. Possui propriedades fitoquímicas, como vitamina C, fibras, carotenoides, glicosinolatos e flavonoides, que estão associados com a redução do risco de ataques cardíacos e numerosos tipos de câncer (VILLATORO-PULIDO et al., 2012; BELL et al., 2015; BELL et al., 2016; ALRUWAIH; YAYLAYAN, 2017; BELL et al., 2017; CHUN et al., 2017). Além do uso na alimentação, a rúcula tem se mostrado uma cultura promissora nas áreas de biocombustível de segunda geração e utilizada no controle biológico de fitonematóides (NTALLI et al., 2018; RAHIMI et al., 2018). Devido a esses fatores, o interesse econômico por essa cultura no mundo tem aumentado nos últimos anos, podendo ser cultivada em sistemas convencionais ou orgânicos de produção (BELL et al., 2016). O interesse da população brasileira por hortaliças produzidas no sistema orgânico tem aumentado nos últimos anos.

O interesse mundial no sistema orgânico de produção se dá principalmente pela preocupação com o meio ambiente e com a segurança alimentar, pelo fato de não utilizar pesticidas e fertilizantes químicos. Atualmente, o sistema orgânico de produção é responsável por cerca de 1,2 % da área mundial cultivada e movimenta um mercado de aproximadamente US\$ 90 bilhões (ZHU et al., 2017; WILLER; LERNOUD, 2018). Por não utilizar muitas ferramentas que são permitidas no sistema de plantio convencional, os produtores orgânicos enfrentam desafios como, por exemplo, controle de plantas daninhas e manejo cultural.

No intuito de melhorar as condições ambientais para favorecer o desenvolvimento da rúcula, o ambiente protegido, vem sendo utilizado como práticas de manejo na cultura da rúcula nos últimos anos no Brasil, principalmente na região semiárida pelas condições de temperatura e luminosidade elevadas, características desta região. Nessas condições ambientais, a rúcula pode reduzir o tamanho de folhas, aumentar a pungência, além modificar a textura e favorecer o florescimento precoce, características que inviabilizam a comercialização desta hortaliça (COSTA et al., 2011; STEINDAL et al., 2015). A utilização de ambiente protegido, com telas que bloqueiam parte da luminosidade, permite ao agricultor manejar condições de temperatura e luminosidade, criando um microclima ideal para o desenvolvimento da cultura, tornando-a mais competitiva, podendo alterar a dinâmica das plantas daninhas (PEREIRA et al., 2011; DARYANTO et al., 2017).

Ao mesmo tempo o ambiente protegido melhora as condições ambientais para a cultura, também torna o ambiente perfeito para o desenvolvimento de plantas daninhas. Porém, a restrição da utilização de químicos torna este tipo de agricultura mais desafiadora, tornando o controle de plantas daninhas um dos principais gargalos neste sistema por onerar os custos de produção (ABBAS et al., 2018).

O primeiro passo para a elaboração de um programa de controle de plantas daninhas bem sucedido, é a determinação do período crítico de prevenção à interferência (PCPI), que é o período em que a cultura deve permanecer sem a presença de plantas daninhas para evitar perdas na produção (DATTA et al., 2017; KNEZEVIC et al., 2017). Uma vez determinado o PCPI, podemos utilizar práticas de manejo visando a redução deste período de interferência com a finalidade de aumentar a eficiência de cultivo e otimizar os custos de produção (ABBAS et al., 2018). Práticas como adensamento de plantas, escolha da cultivar adequada para a região de plantio e adubação, promovem o rápido desenvolvimento da cultura ocasionando o fechamento do dossel, limitando a intensidade luminosa entre as plantas, desfavorecendo o desenvolvimento das plantas daninhas, conseqüentemente reduzindo o período de controle e número de capinas (AHMADVAND et al., 2009; TURSUN et al., 2015; JHA et al., 2017; KNEZEVIC et al., 2017).

A limitação da luminosidade promovida pelo ambiente protegido melhora suas propriedades produtivas e qualitativas deixando a cultura mais competitiva com as plantas daninhas, além de poder interferir positiva ou negativamente nas espécies de plantas daninhas presentes no banco de sementes. Embasados nesses aspectos, levantamos a hipótese que a utilização de do ambiente protegido em cultivos de rúcula em sistema orgânico pode reduzir o PCPI e alterar a dinâmica das plantas daninhas. Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do sombreamento causado pelo ambiente protegido sobre o PCPI e sobre a dinâmica das espécies de plantas daninhas na cultura da rúcula orgânica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os estudos de campo foram realizados em uma propriedade de cultivo orgânico no município de Governador Dix-Sept Rosado-RN, localizada a 5°18'48''S de latitude e 37°26'34''O de longitude, no período de 06/05/2017 a 17/06/2017. A altitude aproximada é 20 m e o clima, segundo Thornthwaite, é classificado como DdAa' (CARMO FILHO et al., 1991). As áreas utilizadas neste estudo estavam em atividade produtiva no sistema orgânico há mais de 8 anos e todos os tratos culturais foram realizados de acordo com as práticas de produção adotadas pela propriedade. Os dados meteorológicos médios coletados durante o período da realização dos experimentos estão expressos na Figura 4.

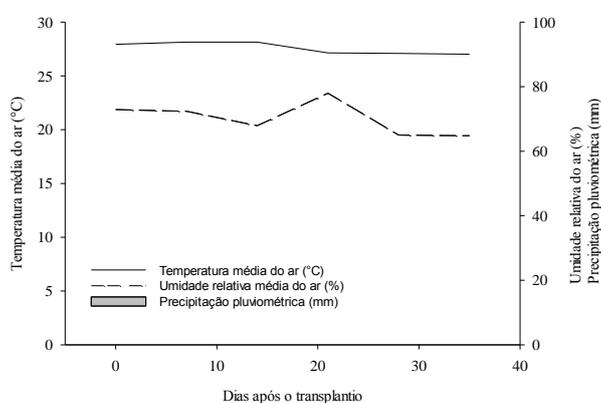


Figura 4. Valores médios de temperaturas (°C), máxima e mínima do ar, umidade relativa ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) de 06/05/2017 a 17/06/2017. Fonte: Estação Meteorológica Automática INMET, e pluviômetro instalado na propriedade agrícola. UFERSA, Mossoró-RN, 2018.

O solo da área experimental possui textura franco-argilosa e sua constituição química está expressa na Tabela 5. Os canteiros foram preparados com a utilização de uma enxada rotativa, sendo nivelados e adubados com húmus na dose de 5 kg m⁻².

Tabela 5. Caracterização do solo quanto aos atributos químicos. UFERSA, Mossoró-RN, 2018.

pH	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	MO	N
H ₂ O	-----mg dm ⁻³ -----		-----cmol _c dm ⁻³ -----				%	-----g dm ⁻³ -----	
8,0	47,23	1706,13	15,46	8,65	33,00	33,00	100	38,06	2,24

Para obtenção das mudas foram utilizadas sementes da rúcula variedade folha larga. As sementes foram plantadas em bandeja de poliestireno preenchidas com húmus, fabricado na propriedade rural, colocando aproximadamente nove sementes em cada célula. As bandejas foram acondicionadas em casa de vegetação por um período 18 dias. Aos oito dias após o plantio (DAP) foi realizado o desbaste, mantendo aproximadamente cinco plântulas por

célula. Aos 18 DAP, as mudas foram transplantadas para os canteiros, obedecendo ao espaçamento de 0,15 x 0,10 m.

Dois experimentos foram desenvolvidos no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições. Sendo um conduzido em condições de luminosidade plena e o outro sob o ambiente protegido, com uma tela que promove a redução da luminosidade em 35 %. A tela utilizada foi do tipo Nylon Monofilamento (Sombrite®) com bloqueios de raios UV sendo afixadas em hastes metálicas a 2,5 m de altura. Os tratamentos foram arranjados em esquema de parcelas subdivididas, tendo como parcelas a convivência ou controle das plantas daninhas, e o período de convivência/controle de 0, 7, 14, 21, 28, 35 DAT como subparcelas. A unidade experimental avaliada mediu 1,73 m² e continha 90 plantas. A área útil foi composta pelas duas fileiras centrais totalizando 72 plantas.

O sistema de irrigação utilizado foi o microaspersão, com microaspersores de vazão de 36 l h⁻¹, espaçados a 3 m entre si, com dois turnos de rega de 30 min totalizando 14 mm, de acordo com o manejo adotado pelo produtor. A capina das subparcelas foi realizada de forma manual.

Para determinação da irradiação solar e temperatura do ar, dentro e fora do ambiente protegido, foi utilizado o analisador de infravermelho de gases (IRGA, modelo portátil LI-6400, LI-COR Biosciences). A coleta de dados foi realizada seguindo as orientações do fabricante, entre 9h e 11h, totalizando 3 medições em cada ambiente.

Ao término de cada período de convivência, as plantas daninhas presentes nas subparcelas foram coletadas em áreas amostrais de 0,25 m², sendo contadas e classificadas por espécie para determinação da densidade e matéria seca.

Para a determinação da matéria seca as amostras classificadas foram acondicionadas em sacos de papel, e secas em estufa de circulação forçada a 65 °C até atingirem peso constante.

As plantas da rúcula foram colhidas, contadas e pesadas aos 35 DAT para mensuração da produção e estimar a produtividade. Os dados médios de produtividade (kg ha⁻¹) dos tratamentos nos diferentes níveis de controle e convivência com as plantas daninhas foram convertidos para produtividade relativa. Os dados foram submetidos à análise de regressão utilizando a seguinte equação:

$$y = \frac{A + (B - A)}{1 + \left(\frac{X}{C}\right)^{-D}}$$

Nessa equação, y representa a produtividade relativa; X , os dias após a emergência; A , B , C , e D são parâmetros da equação logística. Sendo A e B correspondendo aos valores mínimo e máximo; C , ponto de inflexão 50 % entre os valores mínimo e máximo e D a declividade da curva no ponto de inflexão (KNEZEVIC; DATTA, 2015). Perdas de 2,5; 5,0; e 10 % foram estabelecidos para determinar o PCPI das cultivares.

Para a análise de regressão e construção dos gráficos de matéria seca de plantas daninhas e períodos de interferência foi utilizado o *software* SigmaPlot 12.0[®].

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies de plantas daninhas que ocorreram na área na pesquisa foram: *Aeschynomene rudis* Benth (angiquinho), *Alternanthera tenella* Colla (apaga-fogo), *Amaranthus spinosus* L. (carurú), *Amaranthus hybridus* L. (carurú-roxo), *Commelina benghalensis* Linn. (trapoeraba), *Cynodon dactylon* L. (grama-seda), *Cyperus rotundus* L. (tiririca), *Digitaria horizontalis* Willd. (capim-colchão), *Eleusine indica* (L.) Gaertn. (capim-pé-de-galinha), *Ipomoea triloba* L. (corda-de-viola), *Macroptilium lathyroides* L. (feijão-de-rola), *Physalis angulata* L. (juá-de-capote), *Phyllanthus niruri* L. (quebra-pedra), *Portulaca oleracea* L. (beldroega), *Senna obtusifolia* L. (mata-pasto), *Sida cordifolia* Linn. (malva-sida), e *Trianthema portulacastrum* L. (bredo).

A utilização do ambiente protegido reduziu em 35 % a incidência solar sobre a rúcula e alterou a quantidade de matéria seca total e densidade das espécies de plantas daninhas (Figura 5 e Tabela 6). As espécies predominantes no ambiente sem a estrutura telada foram *Eleusine indica* (L.) Gaertn., *Amaranthus spinosus* L., *Trianthema portulacastrum* L., *Commelina benghalensis* Linn. e *Digitaria horizontalis* Willd, sendo esta, a espécie que acumulou maior quantidade de matéria seca. Observou-se que o sombreamento ocasionado pelo ambiente protegido modificou a incidência das espécies de plantas daninhas, tendo como espécie dominante *Amaranthus spinosus* L., acumulou maior quantidade de matéria seca e maior densidade, seguido de *Digitaria horizontalis* Willd e *Eleusine indica* (L.) Gaertn.

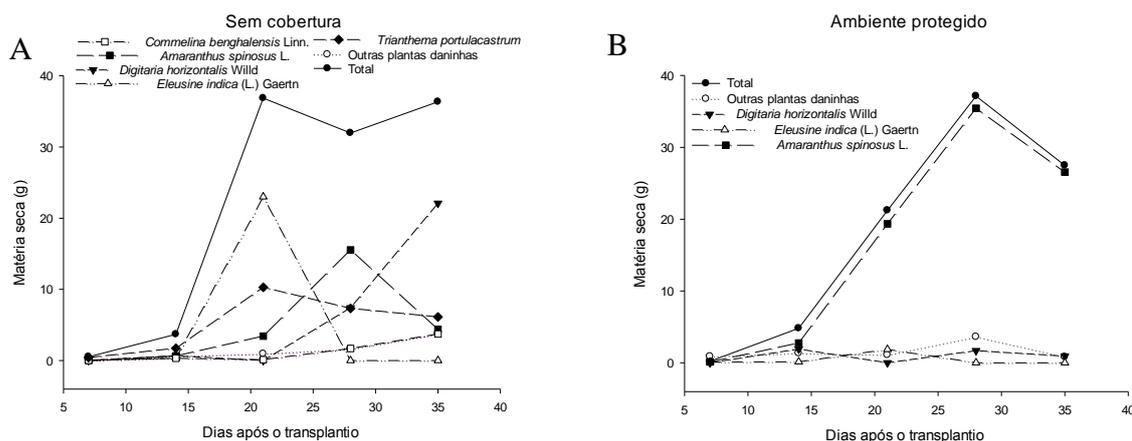


Figura 5. Matéria seca (g) de plantas daninhas em cultivo da rúcula orgânica sem cobertura (A) e no ambiente protegido (B) durante o ciclo da cultura. UFRSA, Mossoró-RN, 2018.

Foi observado no ambiente sem cobertura um efeito de transição de dominância, onde até os 21 DAT a espécie dominante foi a *Eleusine indica* (L.) Gaertn. e, desse momento em diante, houve uma redução de sua matéria seca, sendo o ambiente dominado pelo *Amaranthus spinosus* L. aos 28 DAT e *Digitaria horizontalis* Willd no fim do ciclo, aos 35 DAT (Figura

5A). Essa mudança de dominância pode ter ocorrido devido a cultura ter fechado seu dossel, sombreando o ambiente e ter prejudicado o desenvolvimento da *Eleusine indica* (L.) Gaertn, diminuindo sua densidade e acúmulo de matéria seca ao mesmo tempo que favoreceu o desenvolvimento do *Digitaria horizontalis* Willd, demonstrando essa ser uma espécie mais adaptada ao sombreamento.

Analisando a ocorrência das espécies nos ambientes sem cobertura e no ambiente protegido, foi observado que, com exceção da *Commelina benghalensis* Linn., espécie que menos acumulou matéria seca total (3,74 g) entre as plantas presentes na última coleta no ambiente sem cobertura, todas as outras plantas dominantes que ocorreram nos sistemas estudados são classificadas como espécies contendo o metabolismo fotossintético C4.

Tabela 6. Densidade média de plantas daninhas dominantes na última coleta da área experimental. UFERSA, Mossoró-RN, 2018.

Tratamento	Planta daninha	Sistema fotossintético	Densidade (plantas m ⁻²)
Sem cobertura	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd	C4	52
	<i>Trianthema portulacastrum</i> L.	C4	60
	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	C4	24
	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn	C4	0
	<i>Commelina benghalensis</i> Linn.	C3	4
	Outras plantas daninhas	-	44
Ambiente protegido	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	C4	68
	<i>Digitaria horizontalis</i> Willd	C4	8
	<i>Commelina benghalensis</i> Linn.	C3	0
	Outras plantas daninhas	-	16

Em ambiente de alta intensidade luminosa, plantas contendo metabolismo C4 tendem a ter maior capacidade fotossintética e produtiva do que as plantas C3, devido a supressão da atividade oxigenase da ribulose bifosfato carboxilase oxigenase (Rubisco), através de um mecanismo bioquímico concentrador de CO₂ no compartimento celular onde a Rubisco é expressa (células da bainha Kranz) (MAHENDRA et al., 1974; TAIZ; ZEIGER, 2013; BELLASIO; GRIFFITHS, 2014; TSUTSUMI et al., 2017). Observou-se este efeito no ambiente protegido, pois a *Digitaria horizontalis* Willd, espécie que se mostrou como sendo a mais competitiva no sistema sem cobertura, com densidade de 52 plantas m⁻² e acúmulo de 56,15 % (22,10 g) da matéria seca total neste sistema, quando submetida ao efeito do ambiente protegido, reduziu sua densidade para 8 plantas m⁻² e acumulou apenas 0,94 g de matéria seca (Figura 5A, Tabela 2). Verificou-se que o efeito do sombreamento sobre as espécies *Eleusine indica* (L.) Gaertn. e *Trianthema portulacastrum* L. foi ainda maior, uma vez que a incidência destas plantas não foi detectada na última coleta (Figura 5B, Tabela 6).

A redução da luminosidade conferida pelo ambiente protegido favoreceu o crescimento da espécie *Amaranthus spinosus* L., sendo esta responsável pelo acúmulo de 96,58 % (26,55 g) da matéria seca total na última coleta e densidade de 68 plantas m⁻² (Figura 5B, Tabela 6). Uma possível explicação para o favorecimento da *Amaranthus spinosus* L. é que esta espécie pertence à família Amaranthaceae. Estudos relatam que espécies pertencentes a esta família botânica, possuem o mecanismo morfofisiológico de transição entre C3 e C4 (RAJENDRUDU et al., 1986; SÁNCHEZ-DEL PINO et al., 2012). Estudando a *Alternanthera tenella* Colla (Amaranthaceae), Rajendrudu et al. (1986) observaram que esta planta daninha possui um ponto de compensação de CO₂ e taxa fotossintética máxima em função da intensidade luminosa intermediários entre C3 e C4 clássicas. Além de pertencer a família Amaranthaceae, características morfológicas da *Amaranthus spinosus* L. como disposição e inclinação das folhas e altura da planta que favorecem a captação da luminosidade favorecendo seu crescimento (TSUTSUMI et al., 2017). Outro fato a ser considerado é que as três principais culturas C4 (milho, sorgo e cana-de-açúcar), são cultivadas em sistema adensado onde até metade da fotossíntese é produzida por folhas que ficam sombreadas, não comprometendo sua produção (BELLASIO; GRIFFITHS, 2014; SAGE, 2014). Essas observações mostram que esta redução da luminosidade proporcionou uma melhor adaptação da espécie *Amaranthus spinosus* L.

Os dados de rendimento relativo seguiram uma tendência logística com quatro parâmetros, sendo o modelo proposto adequado, uma vez que apresentou alto valor de r² (Tabela 7). A ausência de controle das plantas daninhas resultou numa redução na produtividade de 80,01 e 51,69 % nos ambientes sem cobertura e no ambiente protegido, respectivamente (Figura 6). A utilização do ambiente protegido na produção da rúcula criou um microclima que favoreceu o desenvolvimento da cultura aumentando sua capacidade competitiva, por este motivo a redução da produtividade neste ambiente foi menor do quando cultivada sem a utilização da cobertura. Outro fator a ser considerado é a alta densidade da cultura, que acelerou o fechamento do dossel, impedindo o desenvolvimento de plantas daninhas (COSTA et al., 2011; DARYANTO et al., 2017).

Tabela 7. Estimativas de parâmetros de regressão por tratamento para o modelo log-logístico de quatro parâmetros, caracterizando a influência da duração da interferência das plantas daninhas sobre o rendimento relativo para a cultura da rúcula orgânica. UFERSA, Mossoró-RN, 2018.

Tratamento	Curva	Parâmetros da regressão				r ²
		A	B	C	D	
Sem cobertura	Sem competição	11,43	106,82	11,87	2,5	0,96
	Com competição	14,05	109,09	15,26	-2,85	0,99
Ambiente protegido	Sem competição	15,38	98,79	15,93	4,69	0,99
	Com competição	49,48	102,48	22,9	-15,75	0,99

O sombreamento ocasionado pelo ambiente protegido acarretou na redução de 34,23 % na densidade de plantas daninhas e em 60,38 % da matéria seca acumulada na primeira coleta. Essa redução proporcionou menor interferência inicial das plantas daninhas sobre a rúcula, resultando no aumento do PAI em 12,2, 12,1 e 11,9 dias para uma redução na produtividade aceitável de 2,5, 5,0 e 10 % respectivamente (Tabela 8). O ambiente protegido causou um efeito positivo na rúcula reduzindo o PCPI em 2,5, 7,6 e 8,8 dias e dias para uma redução na produtividade aceitável de 2,5, 5,0 e 10 % respectivamente (Tabela 8).

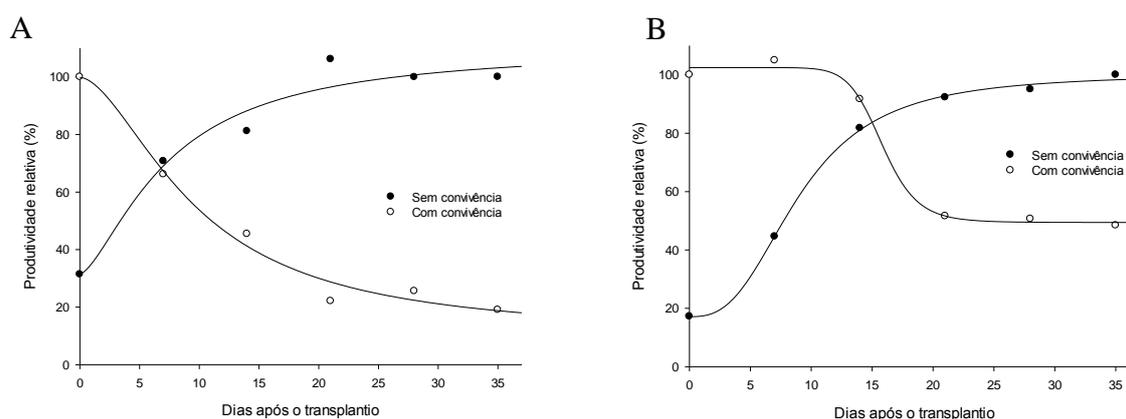


Figura 6. Produtividade relativa da rúcula orgânica em função dos dias após o transplante em diferentes níveis de convivência nos ambientes sem cobertura (A) e ambiente protegido (B). UFERSA, Mossoró-RN, 2018.

Atribui-se efeito positivo do sombreamento sobre a cultura da rúcula ao microclima criado. O ambiente protegido reduziu a temperatura ambiental em 2 °C, quando comparado ao ambiente sem cobertura, além da redução da temperatura e luminosidade, este ambiente permite uma maior umidade relativa. Estas condições são favoráveis para a cultura permanecer com os estômatos abertos por mais tempo, induzindo uma maior captura de CO₂, aumentando sua taxa de crescimento, se tornando melhor adaptada ao ambiente e mais competitiva com as plantas daninhas (COSTA et al., 2011; MARTÍNEZ-VILALTA et al., 2014; SINCLAIR et al., 2017).

Tabela 8. Período anterior a interferência (PAI) e período crítico de prevenção a interferência (PCPI) para o controle de plantas daninhas na cultura da rúcula orgânica, em ambiente sem cobertura e em ambiente protegido, em função da redução aceitável da produtividade. UFERSA, Mossoró-RN, 2018.

Sistema de manejo	Redução da produtividade (%)	Períodos de interferência	
		PAI	PCPI
Sem cobertura	2,5	7,6	21,3
	5,0	8,3	17,7
	10,0	9,4	12,6
Ambiente protegido	2,5	19,8	18,8
	5,0	20,4	10,1
	10,0	21,3	3,8

No sistema de plantio orgânico o método de controle de plantas daninhas mais utilizado é a capina manual, esta prática chega a custar o dobro quando comparada aos métodos de controle no sistema de plantio convencional. (BESSETTE et al., 2018; PARRY; SHRESTHA, 2018). Assim, de acordo com os dados processados neste experimento, verificou-se que o ambiente protegido modificou a dinâmica e o período de controle das plantas daninhas. Considerando uma perda de produtividade de 5,0 %, o ambiente protegido proporciona ao produtor uma redução de controle de plantas daninhas em 7,6 dias quando comparado ao manejo realizado no ambiente sem cobertura. Neste sentido, o produtor terá sua produção otimizada, uma vez que a rúcula cultura deverá ficar livre de plantas daninhas apenas do dia 20 ao dia 31, enquanto que no plantio sem cobertura o controle das plantas daninhas deverá ser realizado do dia 8 ao dia 26. Assim sendo, o produtor poderá otimizar a utilização de sua mão de obra, atribuindo novas funções a seus trabalhadores, gerando maior produtividade e reduzindo seus custos de produção.

4 CONCLUSÕES

A utilização do cultivo protegido, que reduziu a luminosidade em 35 %, modificou a dinâmica das espécies de plantas daninhas na cultura da rúcula orgânica.

O sombreamento causado pelo ambiente protegido reduziu o período de controle de plantas daninhas na cultura da rúcula orgânica.

5 REFERÊNCIAS

- ABBAS, T. et al. Chapter Five - Limitations of Existing Weed Control Practices Necessitate Development of Alternative Techniques Based on Biological Approaches. In: SPARKS, D. L. (Ed.). **Advances in Agronomy**: Academic Press, v.147, 2018. p.239-280.
- AHMADVAND, G.; MONDANI, F.; GOLZARDI, F. Effect of crop plant density on critical period of weed competition in potato. **Scientia Horticulturae**, v. 121, n. 3, p. 249-254, 2009. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423809000855>>. Acesso em: 27 fev. 2018.
- ALRUWAIH, N. A.; YAYLAYAN, V. A. Comparative evaluation of bioactive compounds in lyophilized and tray-dried rocket (*Eruca sativa*). **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 41, n. 5, p. e13205-n/a, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/jfpp.13205>>. Acesso em: 27 fev. 2018.
- BASTIAANS, L.; KROPFF, M. J. Weed Competition. In: THOMAS, B.; MURRAY, B. G., et al (Ed.). **Encyclopedia of Applied Plant Sciences (Second Edition)**. Oxford: Academic Press, 2017. p.473-478.
- BELL, L. et al. Analysis of seven salad rocket (*Eruca sativa*) accessions: The relationships between sensory attributes and volatile and non-volatile compounds. **Food Chemistry**, v. 218, p. 181-191, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814616314595>>. Acesso em: 09 fev. 2018.
- BELL, L.; ORUNA-CONCHA, M. J.; WAGSTAFF, C. Identification and quantification of glucosinolate and flavonol compounds in rocket salad (*Eruca sativa*, *Eruca vesicaria* and *Diplotaxis tenuifolia*) by LC-MS: Highlighting the potential for improving nutritional value of rocket crops. **Food Chemistry**, v. 172, p. 852-861, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814614015015>>. Acesso em: 09 fev. 2018.
- BELL, L. et al. Use of TD-GC-TOF-MS to assess volatile composition during post-harvest storage in seven accessions of rocket salad (*Eruca sativa*). **Food Chemistry**, v. 194, p. 626-636, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814615012406>>. Acesso em: 09 fev. 2018.
- BELLASIO, C.; GRIFFITHS, H. Acclimation to low light by C4 maize: implications for bundle sheath leakiness. **Plant, Cell & Environment**, v. 37, n. 5, p. 1046-1058, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/pce.12194>>. Acesso em: 09 fev. 2018.
- BENVENUTI, S.; PARDOSSI, A. Weed seedbank dynamics in Mediterranean organic horticulture. **Scientia Horticulturae**, v. 221, p. 53-61, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304423817302376>>. Acesso em: 09 fev. 2018.

BESSETTE, D.; ZWICKLE, S.; WILSON, R. In the weeds: distinguishing organic farmers who want information about ecological weed management from those who need it.

Renewable Agriculture and Food Systems, p. 1-12, 2018. Disponível em:

<<https://www.cambridge.org/core/article/in-the-weeds-distinguishing-organic-farmers-who-want-information-about-ecological-weed-management-from-those-who-need-it/AA2F2DDDEA17AB56B3EC6BD9C07ED28F>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

CARMO FILHO, F. D.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados climatológicos de Mossoró: um município semi-árido nordestino**. Coleção Mossoroense. Mossoró: ESAM. 30: 121 p. 1991.

CHUN, J.-H. et al. Combined effect of Nitrogen, Phosphorus and Potassium fertilizers on the contents of glucosinolates in rocket salad (*Eruca sativa* Mill.). **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 24, n. 2, p. 436-443, 2017. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1319562X15001904>>. Acesso em: 09 fev. 2018.

COSTA, C. M. F. D. et al. Desempenho de cultivares de rúcula sob telas de sombreamento e campo aberto. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 1, p. 93-101, 2011.

DARYANTO, S.; WANG, L.; JACINTHE, P.-A. Impacts of no-tillage management on nitrate loss from corn, soybean and wheat cultivation: A meta-analysis. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 12117, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1038/s41598-017-12383-7>>.

Acesso em: 27 fev. 2018.

DATTA, A. et al. Managing weeds using crop competition in soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. **Crop Protection**, v. 95, n. Supplement C, p. 60-68, 2017. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219416302496>>. Acesso em: 09 fev. 2018.

DIAMANTE, M. S. et al. Produção e resistência ao pendoamento de alfaces tipo lisa cultivadas sob diferentes ambientes. **Ciência Agrônômica**, v. 44, n. 1, p. 133-140, 2013.

FAO. FAOSTAT. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 26 jan. 2018.

FORSTER, D. et al. Chapter 2 - Organic Agriculture—Driving Innovations in Crop Research. In: (Ed.). **Agricultural Sustainability**. San Diego: Academic Press, 2013. p.21-46.

JABRAN, K. et al. Allelopathy for weed control in agricultural systems. **Crop Protection**, v. 72, p. 57-65, 2015/06/01/ 2015. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219415000782>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

JHA, P. et al. Weed management using crop competition in the United States: A review. **Crop Protection**, v. 95, n. Supplement C, p. 31-37, 2017. Disponível em:

<<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219416301533>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

- KIM, M. J. et al. Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 49, p. 19-34, 2016/06/01/ 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0889157516300230>>. Acesso em: 08 mar. 2018.
- KNEZEVIC, S. Z.; DATTA, A. The Critical Period for Weed Control: Revisiting Data Analysis. **Weed Science**, v. 63, n. SP1, p. 188-202, 2015. Disponível em: <<https://www.cambridge.org/core/article/critical-period-for-weed-control-revisiting-data-analysis/F2840F1A843DA1918DC5DFDB90472525>>. Acesso em: 27 fev. 2018.
- KNEZEVIC, S. Z.; JHALA, A.; DATTA, A. Integrated Weed Management. In: THOMAS, B.; MURRAY, B. G., et al (Ed.). **Encyclopedia of Applied Plant Sciences (Second Edition)**. Oxford: Academic Press, 2017. p.459-462.
- MAHENDRA, S.; OGREN, W. L.; WIDHOLM, J. M. Photosynthetic Characteristics of Several C3 and C4 Plant Species Grown Under Different Light Intensities1. **Crop Science**, v. 14, n. 4, p. 563-566, 1974. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1974.0011183X001400040021x>>. Acesso em: 08 mar. 2018.
- MARTÍNEZ-VILALTA, J. et al. A new look at water transport regulation in plants. **New Phytologist**, v. 204, n. 1, p. 105-115, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/nph.12912>>. Acesso em: 08 mar. 2018.
- MOU, B. Lettuce. In: Prohens J., Nuez F. (eds) Vegetables I. In: (Ed.). **Handbook of Plant Breeding**. New York, NY: Springer, v.1, 2008. p.75-116.
- MWENDWA, J. M. et al. The weed suppressive ability of selected Australian grain crops; case studies from the Riverina region in New South Wales. **Crop Protection**, v. 103, p. 9-19, 2018. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219417302612>>. Acesso em: 27 fev. 2018.
- NIE, C. et al. Optimization of water-soluble polysaccharides from stem lettuce by response surface methodology and study on its characterization and bioactivities. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 105, p. 912-923, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813017318408>>. Acesso em: 08 mar. 2018.
- NTALLI, N. et al. Greenhouse biofumigation with *Melia azedarach* controls *Meloidogyne* spp. and enhances soil biological activity. **Journal of Pest Science**, v. 91, n. 1, p. 29-40, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1007/s10340-017-0909-1>>. Acesso em: 09 fev. 2018.
- PARRY, S.; SHRESTHA, A. Effects of Weed-Free Periods on Organic Romaine Lettuce Production. **Journal of Crop Improvement**, v. 32, n. 1, p. 124-139, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/15427528.2017.1402112>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

PEREIRA, F. et al. Growth, assimilate partition and yield of melon charenthais under different shading screens. **Horticultura Brasileira**, v. 29, p. 91-97, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-05362011000100015&nrm=iso>. Acesso em: 27 fev. 2018.

RADHAKRISHNAN, R.; PARK, J.-M.; LEE, I.-J. Enterobacter sp. I-3, a bio-herbicide inhibits gibberellins biosynthetic pathway and regulates abscisic acid and amino acids synthesis to control plant growth. **Microbiological Research**, v. 193, n. Supplement C, p. 132-139, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S094450131630057X>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

RAHIMI, V. et al. Well-to-wheel life cycle assessment of *Eruca Sativa*-based biorefinery. **Renewable Energy**, v. 117, p. 135-149, 2018. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960148117309977>>. Acesso em: 09 jan. 2018.

RAJENDRUDU, G.; PRASAD, J. S. R.; DAS, V. S. R. C3-C4 Intermediate Species in *Alternanthera* (Amaranthaceae) Leaf Anatomy, CO₂ Compensation Point, Net CO₂ Exchange and Activities of Photosynthetic Enzymes. **Plant Physiology**, v. 80, n. 2, p. 409, 1986. Disponível em: <<http://www.plantphysiol.org/content/80/2/409.abstract>>. Acesso em: 09 mar. 2018.

RICARDO, A. D. S. et al. Telas de sombreamento no desempenho de cultivares de alface. **Nucleus**, v. 11, n. 2, p. 433-442, 2014.

SAGE, R. F. Stopping the leaks: new insights into C4 photosynthesis at low light. **Plant, Cell & Environment**, v. 37, n. 5, p. 1037-1041, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/pce.12246>>. Acesso em: 09 jan. 2018.

SÁNCHEZ-DEL PINO, I.; MOTLEY, T. J.; BORSCH, T. Molecular phylogenetics of *Alternanthera* (Gomphrenoideae, Amaranthaceae): resolving a complex taxonomic history caused by different interpretations of morphological characters in a lineage with C4 and C3–C4 intermediate species. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 169, n. 3, p. 493-517, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8339.2012.01248.x>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

SINCLAIR, T. R. et al. Limited-transpiration response to high vapor pressure deficit in crop species. **Plant Science**, v. 260, p. 109-118, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0168945216306112>>. Acesso em: 09 mar. 2018.

STEINDAL, A. L. H. et al. Effects of photoperiod, growth temperature and cold acclimatisation on glucosinolates, sugars and fatty acids in kale. **Food Chemistry**, v. 174, p. 44-51, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814614017038>>. Acesso em: 09 jan. 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5. Artmed, 2013.

TSUTSUMI, N. et al. Variations in structural, biochemical, and physiological traits of photosynthesis and resource use efficiency in *Amaranthus* species (NAD-ME-type C4). **Plant Production Science**, v. 20, n. 3, p. 300-312, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1080/1343943X.2017.1320948>>. Acesso em: 08 mar. 2018.

TURSUN, N. et al. The critical period for weed control in three corn (*Zea mays* L.) types. **Crop Protection**, v. 90, n. Supplement C, p. 59-65, 2016. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219416302198>>. Acesso em: 09 mar. 2018.

TURSUN, N. et al. Nitrogen application influenced the critical period for weed control in cotton. **Crop Protection**, v. 74, n. Supplement C, p. 85-91, 2015. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0261219415300090>>. Acesso em: 09 jan. 2018.

VILLATORO-PULIDO, M. et al. In vivo biological activity of rocket extracts (*Eruca vesicaria* subsp. sativa (Miller) Thell) and sulforaphane. **Food and Chemical Toxicology**, v. 50, n. 5, p. 1384-1392, 2012. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0278691512001007>>. Acesso em: 09 jan. 2018.

WILLER, H.; LERNOUD, J. The World of Organic Agriculture 2017: Summary. In: WILLER, H. e LERNOUD, J. (Ed.). **The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2017**. Switzerland: Technology Innovation Platform of IFOAM – Organics International (TIPI) c/o Research Institute of Organic Agriculture FiBL, 2017. p.25-33.

_____. **The World of Organic Agriculture Statistics and Emerging Trends 2018**. Switzerland: Research Institute of Organic Agriculture (FiBL) and IFOAM – Organics International., 2018. 348.

ZHU, B. et al. Does organically produced lettuce harbor higher abundance of antibiotic resistance genes than conventionally produced? **Environment International**, v. 98, p. 152-159, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412016307127>>. Acesso em: 27 fev. 2018.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estabelecimento das plantas daninhas nas áreas de cultivo depende diretamente das condições ambientais do local. Os resultados desta pesquisa demonstraram que o uso de telado pode ser alternativa importante para reduzir o grau de interferência das infestantes sobre as culturas da alface e rúcula, visto que houve modificação das espécies dominantes e, conseqüentemente, do período necessário para o controle.

A redução no período de controle de aproximadamente sete dias permite ao produtor a redução dos custos de produção devido ao menor gasto com capinas. Esse efeito se deve pelo fato do ambiente protegido ter proporcionado melhor ambiente para o estabelecimento das culturas. Além disso, como o espaçamento da rúcula e alface é estreito, também auxiliou no fechamento do dossel mais rapidamente, sombreando o solo com mais intensidade, impedindo a germinação de parte do banco de sementes ou dificultando o desenvolvimento das plantas daninhas que germinaram.