

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFICÁCIA DA SOLARIZAÇÃO DO SOLO NO MANEJO DE PLANTA
DANINHA NO CULTIVO DE ALFACE E RÚCULA**

GABRIELA TOMAZIA SOLIMANI BORGES

JABOTICABAL – SP
1º Semestre/2023

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL**

**EFICÁCIA DA SOLARIZAÇÃO DO SOLO NO MANEJO DE PLANTA
DANINHA NO CULTIVO DE ALFACE E RÚCULA**

GABRIELA TOMAZIA SOLIMANI BORGES

Orientador: Prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves
Coorientadora: MSc. Bruna Dal’Pizol Novello

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Faculdade de Ciências
Agrárias e Veterinárias – Unesp, Câmpus
de Jaboticabal, como parte das
exigências para graduação em
Engenharia Agrônômica.

JABOTICABAL – SP
1º Semestre/2023

B732e Borges, Gabriela Tomazia Solimani
Eficácia da solarização do solo no manejo de planta daninha
no cultivo de alface e rúcula / Gabriela Tomazia Solimani
Borges. -- Jaboticabal, 2023
58 p. : il., tabs.

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia
Agrônômica) - Universidade Estadual Paulista (Unesp),
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal
Orientador: Pedro Luís da Costa Aguiar Alves
Coorientadora: Bruna Dal'Pizol Novello

1. Solarização. 2. Plantas daninhas. 3. Folhosas. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da
Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo
autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL



Departamento: Biologia

CERTIFICADO

TRABALHO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

TÍTULO: Eficácia da solarização do solo no manejo de plantas daninhas em cultivo de alface e rúcula

ACADÊMICA: Gabriela Tomazia Solimani Borges

CURSO: Engenharia Agrônômica

ORIENTADOR: Prof. Dr. Pedro Luís da Costa Aguiar Alves

COORDENADOR: Me. Bruna Dal'Pizol Novello

PERÍODO: agosto/2022 a junho/2023

Este trabalho é recomendado para compor a base de dados REPOSITÓRIO. ☒ Sim ☐ Não

BANCA EXAMINADORA:

(Nomes)

(Assinaturas)

Presidente: Me. Bruna Dal'Pizol Novello

Membro: Dr. Thiago Souza Oliveira

Membro: Me. Laura Matos Ribera





Jaboticabal: 05 / 07 / 2023

Aprovado em reunião do Conselho Departamental em: 10/07/2023



Prof. Dr. Davi Rodrigo Rossatto
Chefe do Departamento de Biologia

DEDICATÓRIA

À minha família e aos meus amigos pelo carinho e incentivo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pelo que conquistei até agora e por permitir que tudo isso acontecesse ao longo de minha vida.

Ao Professor Pedro Luís da Costa Aguiar Alves, meu orientador, pelo empenho, orientação, apoio e confiança.

À doutoranda Bruna Dal’Pizol Novello, pelo auxílio no desenvolvimento da parte prática do projeto apresentado à Fapesp e na redação deste trabalho.

À equipe do LAPDA (Laboratório de Plantas Daninhas), por me ajudarem na execução do trabalho, e a todos que compõem esse laboratório e que fazem desse local um ambiente de desenvolvimento pessoal e profissional.

À FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) pela bolsa de iniciação científica concedida (Proc. nº 2020/16451-5).

À minha mãe, Delma Tomazia Borges, por sempre ser meu porto seguro, e ao meu pai, Marcos Roberto Borges, por sempre me apoiar e incentivar, e o meu irmão, João Pedro Papacidero Borges, por sempre me auxiliar e celebrar minhas conquistas.

Quero agradecer a todos os amigos que fiz durante a minha faculdade, que me ajudaram a construir o meu crescimento ao longo desses anos dentro da universidade.

E, por fim, agradecer à Unesp/FCAV pelos melhores anos de minha vida e por colaborar com a minha formação profissional e desenvolvimento pessoal

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	VI
LISTA DE FIGURAS	VII
RESUMO	IX
SUMMARY	X
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	2
2.1 Panorama geral da alface e da rúcula	2
2.2 Interferência de plantas daninhas em folhosas	3
2.3 Métodos de controle de plantas daninhas em folhosas	4
2.4 Solarização	6
3. MATERIAL E MÉTODOS	7
3.1 Desenho experimental	8
3.2 Condução do experimento	8
3.3 Colheita	10
4. RESULTADOS	12
4.1 Eficácia da solarização do solo no controle das plantas daninhas no pré-plantio de alface e rúcula - 1ª Repetição	12
4.2 Eficácia da solarização do solo no controle das plantas daninhas no pré-plantio de alface e rúcula - 2ª Repetição	27
5. DISCUSSÃO	36
6. CONCLUSÃO	38
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

LISTA DE TABELAS

PÁGINA

Tabela 1. Resultados da análise química e granulométrica de uma amostra composta de solo (0 – 20cm) coletada no local do experimento, na 1ª e 2ª repetição, respectivamente. 9

Tabela 2. Relação de espécies de plantas daninhas encontradas na área experimental, Jaboticabal-SP, 2021. 16

LISTA DE FIGURAS

PÁGINA

Figura 1. Valores das temperaturas avaliadas às 9h00, a 0, 5 e 10 cm de profundidade no solo solarizado (A) e não solarizado (B).	13
Figura 2. Valores das temperaturas avaliadas às 15h00, a 0, 5 e 10 cm de profundidade no solo solarizado (A) e não solarizado (B).	14
Figura 3. Temperatura média no período medida às 9h00 e às 15h00, nas condições solarizada e não solarizada, a 0, 5 e 10 cm de profundidade do solo, com os respectivos erros padrões.	15
Figura 4. Densidade das plantas daninhas (plantas/canteiro) nas culturas de alface (A) e rúcula (B) aos 15 dias após a retirada do plástico.	17
Figura 5. Densidade das plantas daninhas (plantas/canteiro) nas culturas de alface (A) e rúcula (B) aos 30 dias após a retirada do plástico.	18
Figura 6. Densidade das plantas daninhas (plantas/canteiro) nas culturas de alface (A) e rúcula (B) aos 45 dias após a retirada do plástico.	19
Figura 7. Densidade das plantas daninhas (plantas/canteiro) nas culturas de alface (A) e rúcula (B) por ocasião da colheita.	20
Figura 8. Acúmulo de massa seca (g/canteiro) das plantas daninhas nas culturas de alface e rúcula por ocasião da colheita.	21
Figura 9. Banco de sementes de plantas daninhas do solo em resposta aos tratamentos.	22
Figura 10. Número de plantas e quantidade de folhas de alface em resposta aos períodos de solarização que antecederam o plantio da cultura.	23
Figura 11. Área foliar (cm ²) de cinco plantas de alface em resposta aos períodos de solarização que antecederam o plantio da cultura.	23
Figura 12. Massa fresca das plantas de alface (g/canteiro) resposta aos períodos de solarização que antecederam o plantio da cultura.	24
Figura 13. Massa seca das plantas de alface e de rúcula (g/canteiro) em resposta aos períodos de solarização que antecederam o plantio da cultura.	25
Figura 14. Número de plantas e quantidade de folhas de rúcula em resposta aos períodos de solarização que antecederam o plantio da cultura.	25
Figura 15. Área foliar (cm ²) de cinco plantas de rúcula em resposta aos períodos de solarização que antecederam o plantio da cultura.	26

Figura 16. Massa fresca rúcula em resposta aos períodos de solarização que antecederam o plantio da cultura.	26
Figura 17. Densidade das plantas daninhas (plantas/canteiro) nas culturas de alface (A) e rúcula (B) aos 15 dias após a retirada do plástico.	28
Figura 18. Densidade das plantas daninhas (plantas/canteiro) nas culturas de alface (A) e rúcula (B) aos 30 dias após a retirada do plástico.	29
Figura 19. Densidade das plantas daninhas (plantas/canteiro) nas culturas de alface (A) e rúcula (B) aos 45 dias após a retirada do plástico.	30
Figura 20. Densidade das plantas daninhas (plantas/canteiro) nas culturas de alface (A) e rúcula (B) por ocasião da colheita.	31
Figura 21. Acúmulo de massa seca (g/canteiro) das plantas daninhas nas culturas de alface e rúcula por ocasião da colheita.	32
Figura 22. Banco de sementes de plantas daninhas do solo em resposta aos tratamentos.	32
Figura 23. Massa fresca das plantas de alface em resposta aos tratamentos.	33
Figura 24. Área foliar (cm ²) de cinco plantas de alface em resposta aos períodos de solarização que antecederam o plantio da cultura.	34
Figura 25. Massa seca das plantas de alface e de rúcula (g/canteiro) em resposta aos períodos de solarização que antecederam o plantio da cultura.	34
Figura 26. Número de folhas e massa fresca das plantas de rúcula em resposta aos tratamentos.	35
Figura 27. Área foliar (cm ²) de cinco plantas de rúcula em resposta aos períodos de solarização que antecederam o plantio da cultura.	35

RESUMO

EFICÁCIA DA SOLARIZAÇÃO DO SOLO NO MANEJO DE PLANTA DANINHA NO CULTIVO DE ALFACE E RÚCULA

A solarização do solo é um método físico que pode ser uma alternativa para eliminar as plantas daninhas através do aumento da temperatura e da concentração de CO₂, sendo uma opção mais acessível e mais ecológica, já que não agride o meio ambiente. Há escassez de informações sobre a solarização do solo e seus efeitos em olerícolas. Desta maneira, o objetivo desse trabalho foi avaliar a eficácia da solarização do solo no controle de plantas daninhas no pré-plantio da alface e da rúcula. Foram instalados dois experimentos, nos quais se realizou um levantamento visual e informal das espécies das plantas daninhas presentes na área e do banco de sementes, seguido do preparo de solo, totalizando 28 canteiros, que constituíram da cobertura com plástico transparente aos 75, 60, 45, 30 e 15 dias anteriores ao plantio das mudas de alface e rúcula, com uma testemunha descoberta, no “limpo”, e outra sem controle das plantas daninhas; a cada cobertura foi feito um novo levantamento da comunidade infestante, específica por canteiro. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com os sete tratamentos e quatro repetições. Durante o período em que os canteiros estiveram cobertos foi medida diariamente a temperatura às 9 horas e às 15 horas. Por ocasião da colheita das folhosas, foram retiradas as plantas existentes em uma área central para a avaliação de características produtivas. As plantas daninhas também foram avaliadas, sendo determinada a densidade e a massa seca de cada espécie, quando também foi feita análise final do banco de sementes. A solarização do solo dos 75 aos 15 dias antecedendo o plantio da alface e da rúcula, seja no verão ou no outono, promoveu a brotação e o crescimento da tiririca (*Cyperus rotundus*), mas reduziu a infestação de espécies de plantas daninhas anuais, sem afetar significativamente o banco de sementes. Apesar de não proporcionar o controle da tiririca, a solarização do solo por períodos crescentes antecedendo o plantio aumentou proporcionalmente o crescimento da alface e da rúcula. Quando não foi feito o controle das plantas daninhas, seja no verão ou no outono, houve redução no crescimento e produção da alface e da rúcula.

Palavras-chave: Controle físico. Interferência. Hortaliças folhosas

SUMMARY

EFFECTIVENESS OF SOIL SOLARIZATION IN WEED MANAGEMENT IN LETTUCE AND ARUCULA CULTIVATION

Soil solarization is a physical method that can be an alternative to eliminate weeds by increasing temperature and CO₂ concentration, being a more accessible and more ecological option, since it does not harm the environment. There is a scarcity of information on soil solarization and its effects on vegetables. Thus, the objective of this work was to evaluate the effectiveness of soil solarization in controlling weeds in the pre-planting of lettuce and arugula. Two experiments were installed, in which a visual and informal survey of the weed species present in the area and the seed bank was carried out, followed by soil preparation, totaling 28 beds, which constituted the cover with transparent plastic at 75, 60, 45, 30 and 15 days prior to planting the lettuce and arugula seedlings, with one witness uncovered, in the "clean", and another without weed control; at each coverage, a new survey of the weed community was carried out, specific to each site. The experimental design was randomized blocks, with seven treatments and four replications. During the period in which the beds were covered, the temperature was measured daily at 9 am and 3 pm. When the hardwoods were harvested, the existing plants in a central area were removed for the evaluation of productive characteristics. Weeds were also evaluated, and the density and dry mass of each species were determined, when the final analysis of the seed bank was also carried out. Soil solarization from 75 to 15 days before planting lettuce and arugula, either in summer or autumn, promoted sprouting and growth of sedge (*Cyperus rotundus*), but reduced the infestation of annual weed species, without significantly affect the seed bank. Despite not providing control of nutsedge, soil solarization for increasing periods prior to planting proportionally increased lettuce and arugula growth. When no weed control was carried out, either in summer or autumn, there was a reduction in the growth and production of lettuce and arugula.

Key words: Physical control. Interference. leafy vegetables.

1. INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) e a rúcula (*Eruca sativa* Miller) são importantes tanto para a alimentação humana quanto para a economia do Brasil, e o consumo desses vegetais está expandindo cada vez mais devido à mudança para hábitos alimentares mais saudáveis, sendo necessária uma produção diária no decorrer do ano, para atender à crescente demanda do mercado consumidor, com mercadoria fresca e de boa qualidade (GUALBERTO et al., 2018; RUIZ et al., 2019).

Tendo em vista a importância dessas duas hortaliças, é necessário que se realize um bom manejo fitossanitário para que cheguem na mesa dos consumidores com alta qualidade. As áreas de produção de hortaliças são infestadas por plantas daninhas, com crescimento rápido devido ao bom preparo de solo, elevada fertilidade e disponibilidade de água (SILVA, 2021). Sendo assim deve-se realizar o manejo para que não ocorra diminuição da produtividade das culturas ou danos ao produto final.

A solarização do solo é uma opção para o controle das plantas daninhas nas culturas da alface e rúcula. Esse método é muito utilizado em pequenas produções de hortaliças e na produção de mudas, pois é altamente eficiente, conseguindo atingir altas temperaturas em até 5 cm de profundidade do solo, sendo um aliado na eliminação de propágulos e, dessa forma, minimiza reinfestação das plantas infestantes (SILVA, 2021)

Desta maneira, objetivou-se avaliar a eficácia da solarização do solo com plástico transparente no controle das plantas daninhas no pré-plantio de alface e da rúcula.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Panorama geral da alface e da rúcula

A alface (*Lactuca sativa* L.) tem origem no mediterrâneo e foi introduzida nas Américas na época de chegada dos colonizadores europeus, possivelmente por volta de 1494 (RYDER, 2002). Ela ocupa espaço entre as hortaliças mais cultivadas e consumidas, sendo a mais importante das folhosas (YAVUZ et al., 2021). Está sempre presente na alimentação dos brasileiros por ser uma planta rica em Vitaminas A e C, cálcio e fósforo; na medicina popular é recomendada como calmante (ABCSEM, 2020). Atualmente, no Brasil, sua produção é próxima das regiões metropolitanas, nos chamados “cinturões-verdes”. Em 2017, sua produção atingiu mais de 671,5 mil toneladas, representando aproximadamente 50% de toda área de produção de hortaliças (KIST et al., 2020).

Tornou-se, então, uma das verduras folhosas mais consumida no País, estando atrás apenas do repolho (POF/IBGE 2017-2018). O Estado de São Paulo se destaca nesse contexto e, com um total de mais de 90.000 ha⁻¹ de área plantada com alface em 2018, este estado respondeu por cerca de 11.800 ha⁻¹, com produtividade média de 19,7 kg ha⁻¹ (ABCSEM, 2013; BRASIL, 2013; CEAGESP, 2019; IEA, 2019).

Assim como a alface, a rúcula (*Eruca sativa* Miller) tem se mostrado uma hortaliça muito consumida, também cultivada nos cinturões verdes (SOUZA FILHO, GANZO et al., 2021), sendo a quarta folhosa mais comercializada, com 8% deste mercado (ABCSEM, 2013). Com base nas pesquisas do Censo Agropecuário do IBGE (2017), 40.527 toneladas de rúcula foram produzidas em 20.567 estabelecimentos agrários do País em 2016, demonstrando, assim, a relevância econômica dessa hortaliça. A rúcula, além de estar presente na mesa do brasileiro, também é comumente utilizada como planta medicinal, trazendo benefícios como: ação digestiva, diurética, estimulante, laxativa e anti- inflamatória, além de ser fonte de vitamina C e ferro.

Todavia, a produção não atende à elevada demanda dos grandes centros consumidores, fato este que está promovendo uma expansão desta cultura em diversas partes do Brasil, principalmente na região Sudeste (PURQUEIRO; TIVELLI, 2007).

2.2 Interferência de plantas daninhas em folhosas

Para se ter uma boa produção de hortaliças folhosas é imprescindível que haja o controle das plantas daninhas, já que essas plantas podem causar competição com as culturas pelos recursos do meio, principalmente água, luz e nutrientes, além de liberar substâncias alelopáticas e atuar como hospedeiros de pragas e doenças (BANDEIRA et al., 2018). As plantas daninhas favorecem a manutenção da umidade nas folhas, aumentando, assim, a incidência de doenças e, conseqüentemente, diminuindo a qualidade do produto e o valor comercial (LORENZI, 2006). A presença de plantas daninhas, por ocasião da colheita, também pode trazer transtornos operacionais, retardando o processo de colheita e, por consequência, aumentando as perdas e o custo de produção, principalmente quando a colheita é manual, como é o caso das culturas da alface e rúcula (SHEMTOV et al., 2006).

Na cultura da alface, diversas plantas daninhas são conhecidas por interferirem no crescimento, tais como: caruru (*Amaranthus hybridus*), capim-colchão (*Digitaria horizontalis*), tiririca (*Cyperus rotundus*), leiteiro (*Euphorbia heterophylla*), trapoeraba (*Commelina benghalensis*), beldroega (*Portulaca oleracea*), picão-branco (*Galinsoga parviflora*), capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica*) e capim-colonião (*Panicum maximum*) (PAULO et al., 1990; SANTOS et al., 2003; GIANCOTTI et al., 2010; NASCIMENTO et al., 2013; BRANDÃO et al., 2016). A interferência das plantas daninhas pode promover redução entre 30 a 45% na produtividade da alface quando a competição ocorre nos primeiros estádios de desenvolvimento da cultura (GIANNOPOLITIS et al., 1989).

As plantas daninhas podem causar diminuição da qualidade das plantas de alface, devido a perda da firmeza da “cabeça”, diminuição do tamanho das folhas (GIANCOTTI et al., 2010), do conteúdo de nitrato e carotenóides (GIANNOPOLITIS et al., 1989), resultando, assim, em perdas de produtividade (GIANCOTTI et al., 2010; ODERO; WRIGHT, 2013; PARRY; SHRESTHA, 2018).

Casadei et al. (2020), ao estudarem o efeito da densidade e distribuição de caruru-gigante (*Amaranthus retroflexus*) em convivência com quatro cultivares de alface, verificaram que a ‘Lucy Brown’ apresentou maior tolerância à convivência com as plantas de caruru-gigante, enquanto a ‘Verônica’ foi a mais sensível à interferência imposta. A densidade de 16 plantas m⁻² de caruru-gigante foi a que

mais afetou negativamente o crescimento das cultivares, sendo que o posicionamento nas linhas de plantio resultou em maior interferência ao crescimento da cultura.

O grau de interferência das plantas daninhas vai depender, dentre outros fatores, da cultivar (CASADEI et al., 2020). Por exemplo, Brandão et al. (2016) ao pesquisar a dinâmica populacional de plantas daninhas em função das cultivares de alface do grupo lisa (Regina 2.000, Regina 500, Regina 3.500, Maravilha de Inverno, Boston Branca e Rainha de Maio); do grupo crespa (Grand Rapids, Hanson, Camila e Banchu Red Fire) e do grupo americana (Grandes Lagos e Delícia) e verificaram que as cultivares do grupo lisa Regina 500, Regina 2.000, Regina 3.500 e Rainha de Maio obtiveram maior supressão de todas as espécies de plantas daninhas até os 29 dias após o transplante, resultado este atribuído ao maior sombreamento do solo que as folhas destas cultivares proporcionam.

Não há relatos da literatura sobre a interferência de plantas daninhas na cultura da rúcula. No entanto, as informações ora apresentadas mostram que é necessário que o controle de plantas daninhas nos canteiros seja efetivo, assim como é prescrito para outras folhosas, devido a interferências diretas e indiretas.

2.3 Métodos de controle de plantas daninhas em folhosas

Como o mercado de hortaliça vem crescendo ao longo dos anos, sobretudo o de produtos orgânicos, torna-se necessário aumentar as técnicas para elevar a produtividade, associadas ao menor impacto ambiental, como, por exemplo, o controle de plantas daninhas sem a aplicação de defensivos agrícolas (COSTA et al., 2018).

A seguir, são listados alguns métodos que são importantes para o controle das plantas daninhas em hortaliças, salientando que o manejo da comunidade infestante deve ser realizado através de integração dos métodos de controle e de uma maneira sustentável, promovendo a preservação e a manter a qualidade do produto e do meio ambiente (MAXIMO, 2022).

Controle preventivo, segundo Silva et al. (2007), é a melhor estratégia de controle de plantas daninhas e esse método visa prevenir a entrada e estabelecimento e, também, a disseminação de determinadas espécies em áreas

que ainda não foram infestadas. Para tanto, deve-se limpar o maquinário e implementos após a utilização, saber a procedência das sementes/mudas utilizadas, utilizar adubos orgânicos somente se estiverem totalmente fermentados, manter bordas dos canais de irrigação sempre limpas e manter os canteiros livres de plantas daninhas (ALBRECHT et al.,2021)

O controle cultural engloba a adoção de práticas como rotação de culturas, variação de espaçamento e população de plantas e cobertura verde, dentre outras, direcionadas à supressão das plantas daninhas (ALBRECHT et al.,2021).

O controle químico é um dos métodos mais empregados em várias culturas no Brasil e no mundo, dado seu custo/benefício, como a possibilidade de controle em extensas áreas, com alto rendimento operacional e eficácia, por exemplo (TAKADA, 2012). Contudo, em olerícolas este método de controle é limitado, tanto pelo fato de possuírem baixa seletividade, como pelo fato destas culturas se caracterizarem por plantios em pequenas áreas e serem conduzidos por mão-de-obra familiar (FAULIN; AZEVEDO, 2003). Com isso, atualmente, somente três ingredientes ativos/herbicidas registrados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para uso em alface: fenoxaprope-P- etílico, fluazifope-P- butílico e glufosinato - sal de amônio, e nenhum registrado para a rúcula (MAPA, 2021).

O controle mecânico consiste em arranquio, capina manual, a roçada e o cultivo mecanizado. Estas duas últimas medidas são utilizadas antecedendo o plantio das folhosas, por ocasião do preparo dos canteiros, enquanto o arranquio e a capina manual são realizados no decorrer do desenvolvimento das culturas.

O controle físico consiste na utilização de métodos como cobertura morta, fogo, inundação, gradagem, drenagem, eletricidade (corrente elétrica e micro-ondas) e solarização. A cobertura morta é uma prática usual no cultivo de olerícolas, dada as propriedades de retenção da umidade no solo com consequente diminuição da amplitude térmica.

Com relação ao uso de coberturas mortas, Ferreira et al. (2013) avaliaram os efeitos da cobertura do solo (com capim tifton, capim napier e ausência de cobertura) e da adubação orgânica (esterco bovino, esterco de galinhas e ausência de adubação) sobre a temperatura e a umidade do solo, a incidência de plantas daninhas e a produtividade da alface. Estes autores verificaram que as plantas adubadas com esterco de galinhas apresentavam massas de matéria fresca e seca

superiores às das plantas não adubadas.

A cobertura morta com capim tifton proporcionou aumento da massa de matéria seca das plantas de alface, o que pode estar relacionado com a menor temperatura dos canteiros que receberam esse material como cobertura. *Commelina benghalensis* (trapoeraba) foi a planta infestante mais importante no cultivo orgânico de alface. A aplicação de adubos orgânicos e a cobertura morta com capins não foram capazes de suprimir plantas daninhas e manter a umidade do solo em áreas de cultivo de alface.

Nikolich et al. (2011), ao estudarem o efeito da cobertura (tecido de polipropileno, cobertura de palha, sem cobertura com capina e sem cobertura sem capina) com e sem adubação orgânica durante dois anos, verificaram que a taxa de infestação por plantas daninhas (23 espécies identificadas) foi maior na situação de controle com aplicação de fertilizantes orgânicos (28,9 indivíduos m^{-2}) e a menor na situação sem fertilização com cultivo (7,1 indivíduos m^{-2}). Plantas de alface se desenvolveram melhor na situação com tecido de polipropileno e fertilização, enquanto as plantas com menor vigor foram registradas nas condições de cobertura de palha.

2.4 Solarização

A solarização é uma prática cujo uso em olerícolas vem crescendo, uma vez que apresenta as mesmas propriedades da cobertura morta com o adicional de proporcionar o controle de patógenos e pragas e persistir por mais tempo sobre o solo. A solarização foi criada em Israel e é um método físico utilizado para diminuir nematóides, patógenos e plantas daninhas. Essa técnica consiste em cobrir o solo com um filme de polietileno transparente no pré-plantio nos meses com maior radiação solar e, preferencialmente, com o solo úmido.

Com isso, aumentando a temperatura do solo pela energia solar (efeito estufa), em repetidos ciclos diário com a intenção de inativar pragas e sementes de plantas daninhas que possam atrapalhar no desenvolvimento da cultura. O filme de polietileno deve ser mantido por um período suficiente para que haja a inativação das estruturas do patógeno situadas nas camadas mais profundas do solo (ROCHA;

CARNEIRO, 2016). Além disso, o aumento da temperatura acelera a decomposição da matéria orgânica do solo e isso pode ajudar na regularização do pH da área.

As temperaturas alcançadas durante o processo são letais, nas camadas superficiais, sub-letais e nas mais profundas (SOUZA, 1994). A temperatura máxima do solo solarizado no campo fica normalmente entre 34 a 54°C até a profundidade de 5 cm. Com a temperatura do solo mais alta, há também produção de substâncias voláteis tóxicas provindas da decomposição da matéria orgânica. Essas substâncias voláteis enfraquecem os propágulos das plantas daninhas de forma que elas ficam predispostas a infecções microbianas, sendo verificada redução na infestação por plantas daninhas (SINIGAGLIA et al., 2001).

Já foram testados filmes plásticos de diferentes colorações, como preto, branco, preto e branco e transparente (CUNHA et al., 1993; Mormeneo; CATAMUTTO, 1997; COELHO et al., 1999). Estes autores verificaram que, em geral, a temperatura do solo coberto com o plástico transparente é maior que sob os demais filmes plásticos, sendo este o mais indicado para solarização. A principal característica do filme plástico transparente é permitir a passagem dos raios solares elevando a temperatura do solo e promovendo de forma eficiente o efeito estufa.

Em muitas hortas comerciais, a solarização está sendo utilizada visando apenas ao controle das plantas daninhas, visto que significa uma grande redução de mão-de-obra. Geralmente, plantas daninhas anuais são mais sensíveis à solarização do que as perenes. Em razão das dificuldades do agricultor em monitorar a temperatura do solo ou a população do patógeno durante a solarização, o controle de plantas daninhas constitui-se num excelente indicador da eficiência do método. A presença de plantas daninhas pode significar que as temperaturas atingidas não foram suficientes para um controle satisfatório. Quando a solarização é bem-sucedida, há o controle de plantas daninhas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, em uma área pertencente ao Laboratório de Olericultura, do Departamento de Ciências da Produção Agrícola, da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da UNESP, no

Campus de Jaboticabal. A altitude do local é de 554 m e as coordenadas geográficas são: Latitude 21°14'04.98"S e longitude 48°17'5,01"O. O experimento foi repetido durante dois anos, 2020 a 2021.

3.1 Desenho experimental

O solo foi preparado da maneira convencional, com uma grade pesada, seguida de uma grade niveladora, quando, então, foi realizado o levantamento dos canteiros com o auxílio do roto-encanteirador de sete enxadas. Foram preparados 28 canteiros com as dimensões de 5 X 1 m cada, separados por espaços entre parcelas de 2 m cada, para facilitar o manejo das parcelas.

3.2 Condução do experimento

Depois de preparada a área experimental, foi realizada a amostragem do solo para fins de fertilidade e para a determinação do banco de sementes. Para tanto, com o auxílio de uma cavadeira, foram amostrados dez pontos na área, na profundidade de 0-10 cm e 10-20 cm, cujas amostras foram homogeneizadas e levadas para o Laboratório de Plantas Daninhas - LAPDA, onde foram separadas: metade para análises química e física e metade para a análise de banco de sementes.

As amostras para as análises química e física foram encaminhadas para a empresa Athenas Consultoria Agrícola e, de acordo com os resultados da análise química (Tabela 1), pode se constatar que não foi necessário fazer a aplicação de calcário para assim fazer a correção de acidez do solo.

Tabela 1. Resultados da análise química e granulométrica de uma amostra composta de solo (0 – 20cm) coletada no local do experimento, na 1ª e 2ª repetição, respectivamente.

pH	M.O	P (res)	K	Ca	Mg	H+Al	SB	CTC	V
CaCl ₂	g/dm ³	mg/dm ³	mmolc/dm ³		%				
6	22	55	4	29	10	16	43	58,8	73
6,2	19,1	49,4	5	44	15	14	65	78,6	81
Argila		Silte		Areia Total		Classe Textural			
615		253		132		Argiloso			

Fonte: Autoria própria.

As amostras para análise do banco de sementes foram submetidas à metodologia de contagem direta de sementes por espécie. Para tanto, 1 kg solo seco de cada amostra foi peneirado em um jogo de peneiras com diâmetro de malha decrescente (3,0 até 0,5 mm), para eliminar resíduos de plantas e pedriscos. Nas peneiras maiores, durante a separação dos materiais inertes, as sementes foram identificadas. Em seguida, as amostras foram colocadas em uma solução dispersante de carbonato de potássio (K₂CO₃) a 5,0% durante três horas em uma embalagem de 3,0 L. Esse material retido na peneira sofrerá uma flotação em solução de CaCl₂ com densidade de 1,42 ± 0,02 g mL⁻¹. O material que ficou sobrenadante foi filtrado e retido no papel filtro, este material foi seco e disposto para posterior separação das sementes por morfo-espécies, para identificação ao nível de gênero ou espécie.

As coberturas dos canteiros foram iniciadas aos 75 dias antecedendo o plantio e seguiram sendo feitas, nos respectivos canteiros, a cada quinze dias até o dia do plantio das folhosas. A cobertura no primeiro experimento se iniciou em janeiro de 2021 e na segunda foi em agosto de 2021. Por ocasião de cada cobertura, foi feito novo levantamento da comunidade infestante, específica por canteiro, uma vez que eles ficaram sem controle das plantas daninhas neste período. Para tanto, foram jogados, ao acaso, dois quadros amostrais vazados de 0,25 m² por canteiro e as plantas daninhas existentes dentro destes quadros foram identificadas, contadas. Após o levantamento, foi feita a aplicação de glifosato (Crucial 300 mL para 20 L de água), utilizando a bomba costal, seguida da

cobertura. Os canteiros foram cobertos com mantas de 6 X 1,6 m de plástico de polietileno transparente de 100 µm de espessura, sendo as laterais fixadas por meio de enterrio.

Ao término dos períodos de cobertura, os plásticos foram retirados e as mudas de alface e as sementes da rúcula foram plantadas e semeadas. Na primeira repetição, as mudas foram plantadas em abril de 2021 e na segunda foi em 28 de outubro de 2021. Nessa ocasião, os canteiros foram divididos em dois, sendo que em uma metade dele foi plantada a alface e na outra foi semeada a rúcula. As cultivares utilizadas neste trabalho foram as resistentes ao calor, devido a época do plantio/semeadura, sendo a cultivar alface a 'Crespa' e a de rúcula à 'Folha Larga'. Os espaçamentos utilizados foram de 0,25 X 0,25 m para a alface e de 0,25 X 0,05 m para a rúcula.

No transcorrer do período experimental, foram adotadas práticas visando a manutenção da boa sanidade das culturas, como aplicação de formicidas e de ureia (em cada linha foram aplicadas 2 gramas do fertilizante).

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com os sete tratamentos (épocas de cobertura) em quatro repetições, correspondendo aos 28 canteiros.

Após a cobertura do canteiro, foi iniciado o monitoramento da temperatura do solo nas profundidades de 0, 5 e 10 cm, da umidade relativa do ar e da precipitação acumulada. Os elementos climáticos umidade relativa e precipitação pluvial foram tomados junto à Estação Agroclimatológica da FCAV- UNESP e as temperaturas do solo foram obtidas por meio de termômetros digitais nas referidas profundidades, com leituras diárias realizadas às 9h00 e 15h00. Estes termômetros foram instalados nos canteiros, nas referidas profundidades, por meio de perfurações nos plásticos, nas quais eles foram afixados e selados com silicone.

3.3 Colheita

Por ocasião das colheitas das folhosas, foram retiradas as plantas existentes em uma área central de 2 x 0,8 m por parcela (área útil) e as plantas colhidas foram contadas para estimar produtividade e imediatamente pesadas para determinação

da massa fresca. Em seguida, as folhas de cinco plantas dessas colhidas foram contadas, passadas no medidor de área foliar (LiCor, modelo LI 3100 A) e colocadas em estufa a 70°C por 96 horas, após as quais foram pesadas para obter a massa seca. Nessa ocasião, foi feito o registro fotográfico das plantas e a classificação comercial delas, segundo critérios adotados pelo CEAGESP. A colheita da primeira repetição foi em junho de 2021 e a segunda foi em dezembro de 2021.

As plantas daninhas foram avaliadas em três intervalos quinzenais antecedendo a cobertura dos respectivos canteiros (45, 30 e 15 dias de solarização) e mais três intervalos quinzenais após a retirada dos plásticos e, também, por ocasião da colheita das folhosas, colocando na área central de cada parcela dois quadros amostrais vazados de 0,5 m x 0,5 m, onde as plantas foram identificadas, separadas e levadas para secar em estufa a 60° por 96 horas, obtendo-se a matéria seca. Nessa ocasião foi feita nova amostragem do solo de cada canteiro para fins de determinação do banco de sementes e de fertilidade, conforme procedimento descrito anteriormente.

4. RESULTADOS

4.1 Eficácia da solarização do solo no controle das plantas daninhas nopré-plantio de alface e rúcula - 1ª Repetição

Monitorando as temperaturas a 0, 5 e 10 cm de profundidade, nas condições solarizada e não solarizada (Figuras 1 e 2) pode-se observar que a solarização com plástico transparente em relação aos canteiros não solarizados, resultou em aumento médio da temperatura do solo de 24,8% a 0 cm, 37,9% a 5 cm e 24,7% a 10 cm quando ela foi medida às 9h00, e de 42,5% a 0 cm, 28,5% a 5 cm e 28,1% a 10 cm quando ela foi medida às 15h00 (Figura 3).

No mês de janeiro, a temperatura do solo solarizado medida aos 5 cm e às 9h00 foi superior à de 0 cm e 10cm medidas nas mesmas condições (Figura 1), enquanto no solo não solarizado não foi constatada diferença das profundidades neste horário. Comportamento semelhante foi observado às 15h00, quando a temperatura medida na superfície em janeiro foi superior às das demais profundidades (Figura 2).

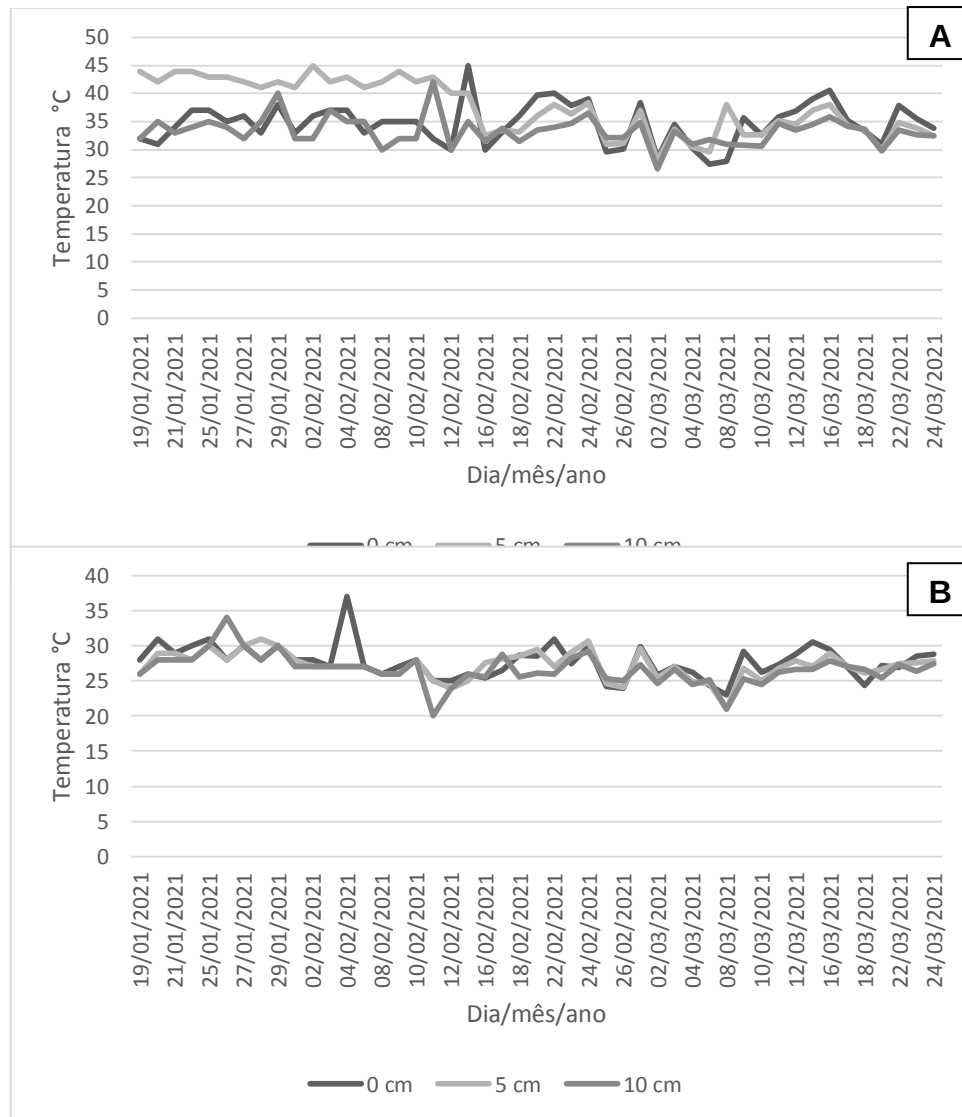


Figura 1. Valores das temperaturas avaliadas às 9h00, a 0, 5 e 10 cm de profundidade no solo solarizado (A) e não solarizado (B).

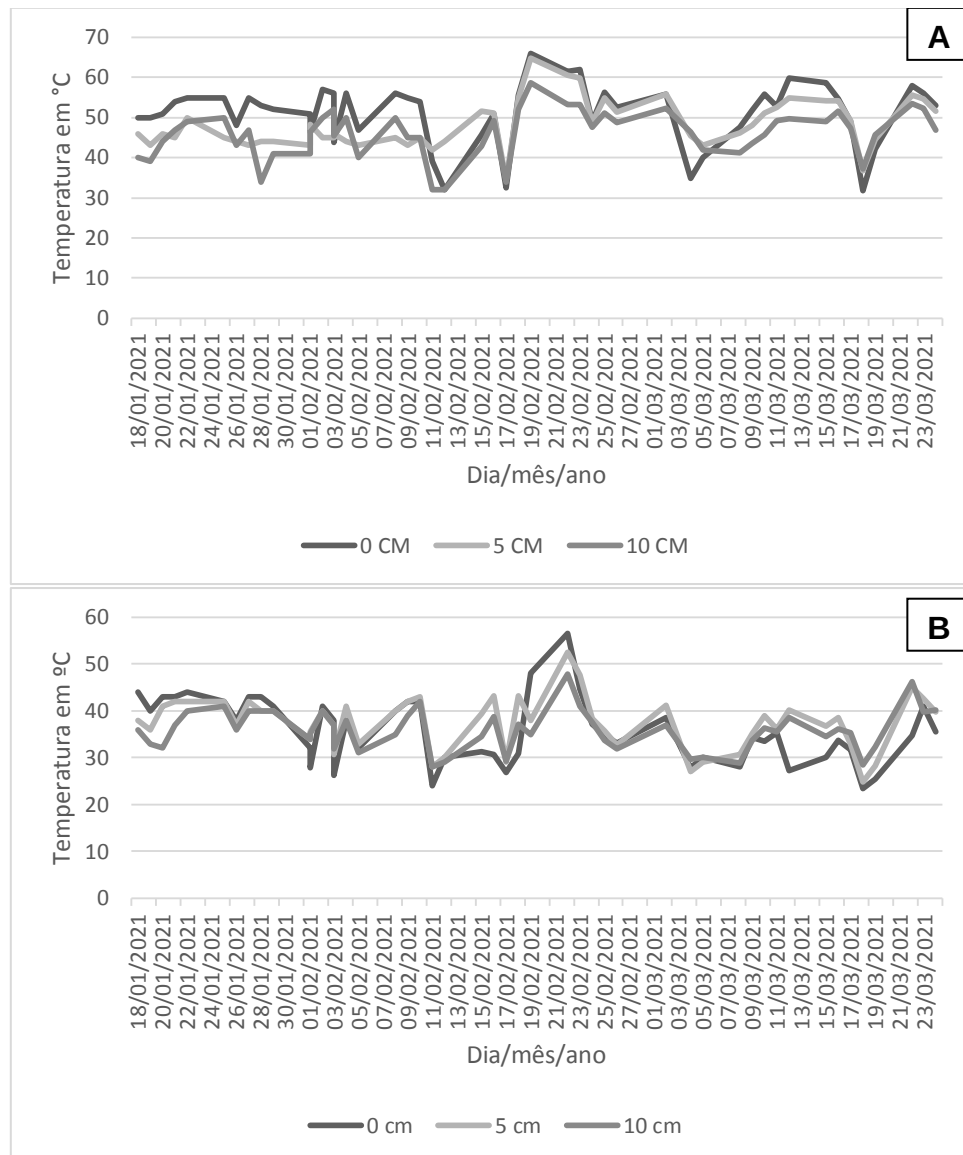


Figura 2. Valores das temperaturas avaliadas às 15h00, a 0, 5 e 10 cm de profundidade no solo solarizado (A) e não solarizado (B).

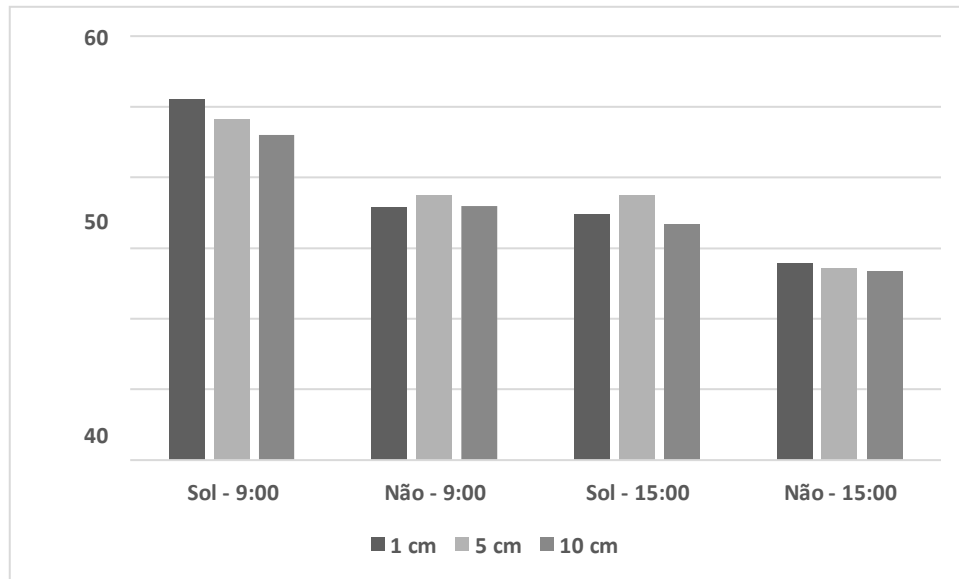


Figura 3. Temperatura média no período medida às 9h00 e às 15h00, nas condições solarizada e não solarizada, a 0, 5 e 10 cm de profundidade do solo, com os respectivos erros padrões.

De acordo com os levantamentos feitos na área experimental, a comunidade infestante foi composta basicamente por onze espécies de plantas daninhas, das quais quatro eram monocotiledôneas e sete eudicotiledôneas, com destaque às famílias Poaceae e Asteraceae, ambas com duas espécies cada (Tabela 2). Essa maior presença de eudicotiledôneas no experimento é devido a essa classe agrupar a maior porcentagem de espécies (75%) de todas as angiospermas (SIMPSON, 2019), sendo comum encontrar mais espécies desse grupo convivendo com culturas agrícolas.

Tabela 2. Relação de espécies de plantas daninhas encontradas na área experimental, Jaboticabal-SP, 2021.

Família	Espécie
Asteraceae	<i>Emilia sonchifolia</i>
Asteraceae	<i>Bidens pilosa</i>
Brassicaceae	<i>Lepidium virginicum</i>
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>
Cyperaceae	<i>Cyperus rotundus</i>
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hirta</i>
Oxalidaceae	<i>Oxalis latifolia</i>
Poaceae	<i>Digitaria sp.</i>
Poaceae	<i>Digitaria insularis</i>
Polygonaceae	<i>Rumex obtusifolius</i>
Portulacaceae	<i>Portulaca oleraceae</i>

Fonte: Autoria própria.

Nas avaliações da comunidade infestante que antecederam as coberturas dos canteiros foi observado que as espécies mais frequentes foram *Cyperus rotundus* (tiririca) e *Portulaca oleraceae* (beldroega). A densidade da tiririca variou de 32 plantas/canteiro até 198/canteiro. Já a beldroega, o menor número encontrado foi de 1 planta/canteiro, atingindo até 35 plantas/canteiro, enquanto as demais espécies foram de ocorrência variável nos canteiros e no tempo (dados não apresentados).

Quinze dias após a retirada dos plásticos, verificou-se que a infestação nos canteiros de alface e de rúcula limitou-se a tiririca, sendo que a densidade dessa planta daninha superou a 100 plantas/canteiro nos tratamentos que haviam sido solarizados por 75 a 30 dias antes do plantio das folhosas, reduzindo para cerca de 60 plantas/canteiro com a solarização de apenas 15 dias, enquanto na testemunha não solarizada a infestação foi de cerca de 30 plantas/canteiro, tanto de alface como de rúcula (Figura 4).

Aos 30 dias após a retirada dos plásticos (Figura 5), verificou-se praticamente o mesmo comportamento, com a comunidade infestante sendo composta predominantemente por tiririca, com o aparecimento de algumas plantas de beldroega em ambas as culturas, e de trapoeraba nos canteiros de alface, as duas nos canteiros que não haviam sido solarizados. Novamente se verificou que a densidade da tiririca onde foi realizada a solarização, independente do tempo, foi superior à da testemunha não solarizada.

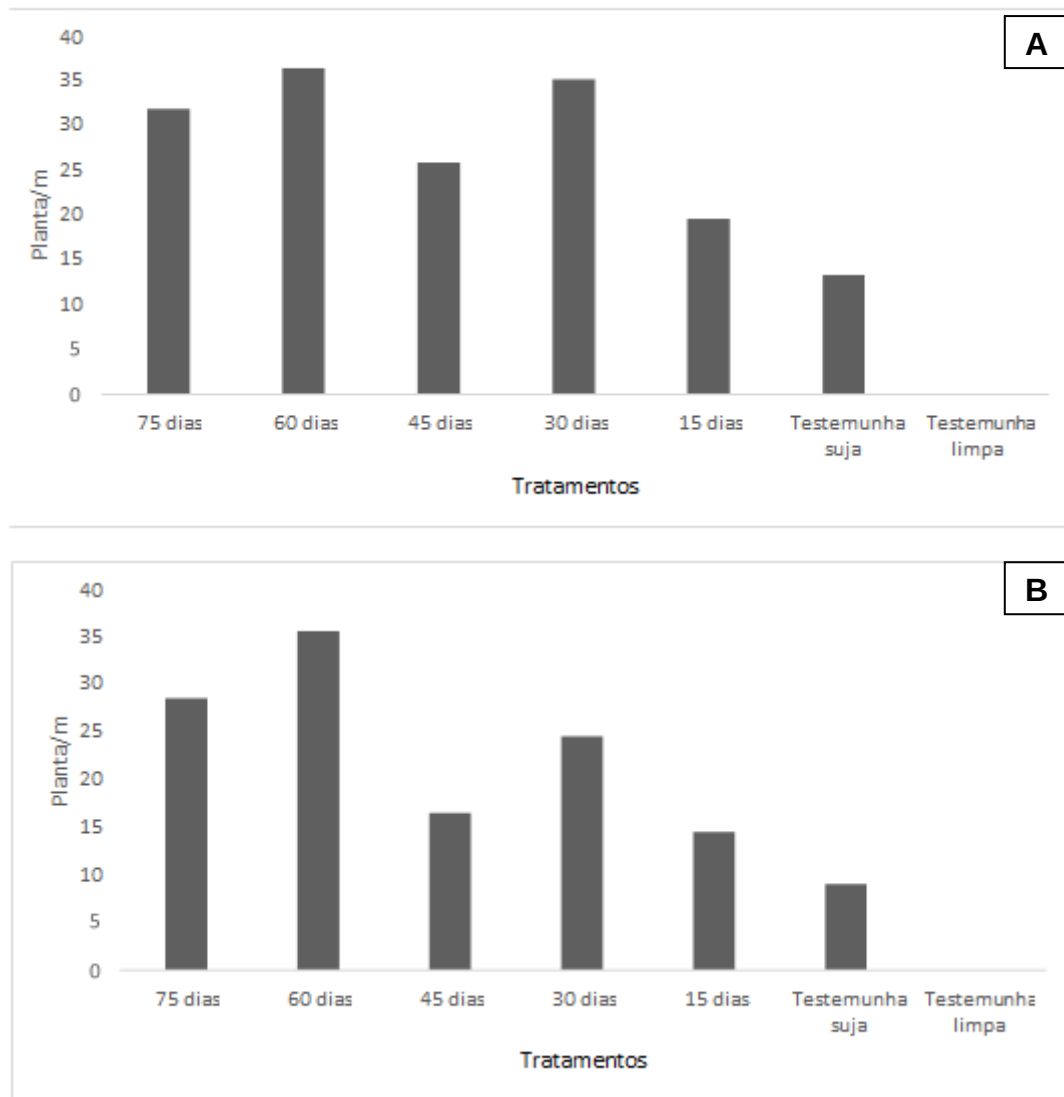


Figura 4. Densidade das plantas daninhas (plantas/canteiro) nas culturas de alface (A) e rúcula (B) aos 15 dias após a retirada do plástico.

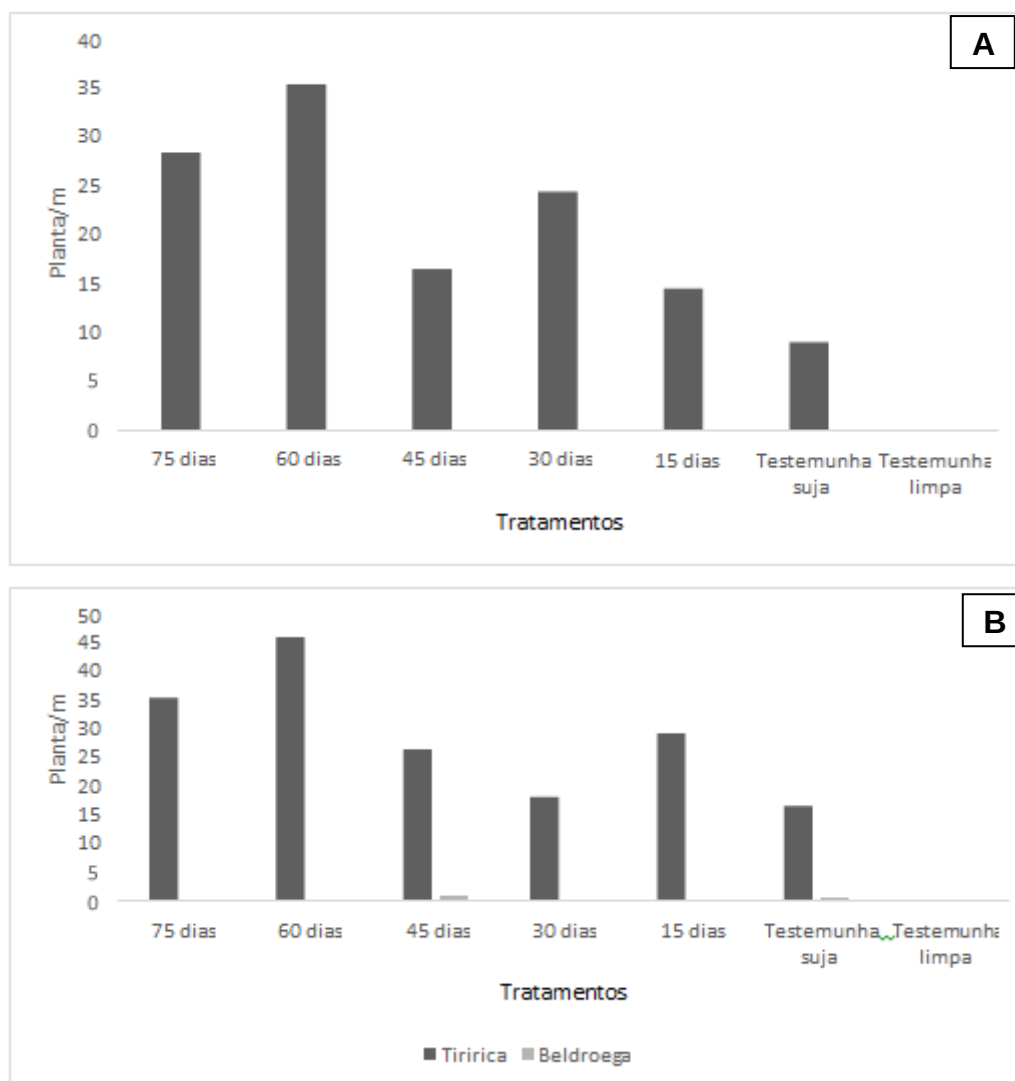


Figura 5. Densidade das plantas daninhas (plantas/canteiro) nas culturas de alface (A) e rúcula (B) aos 30 dias após a retirada do plástico.

Decorridos 45 dias após o término da solarização, a comunidade infestante continuava sendo composta majoritariamente por tiririca, tanto nos canteiros de alface como nos de rúcula, independente do tempo de solarização, cujas densidades foram superiores à da testemunha. Por outro lado, verificou-se a ocorrência de beldroega tanto na testemunha quanto nos canteiros solarizados por menor tempo (30 e 15 dias) e de trapoeraba na testemunha, dos canteiros de alface.

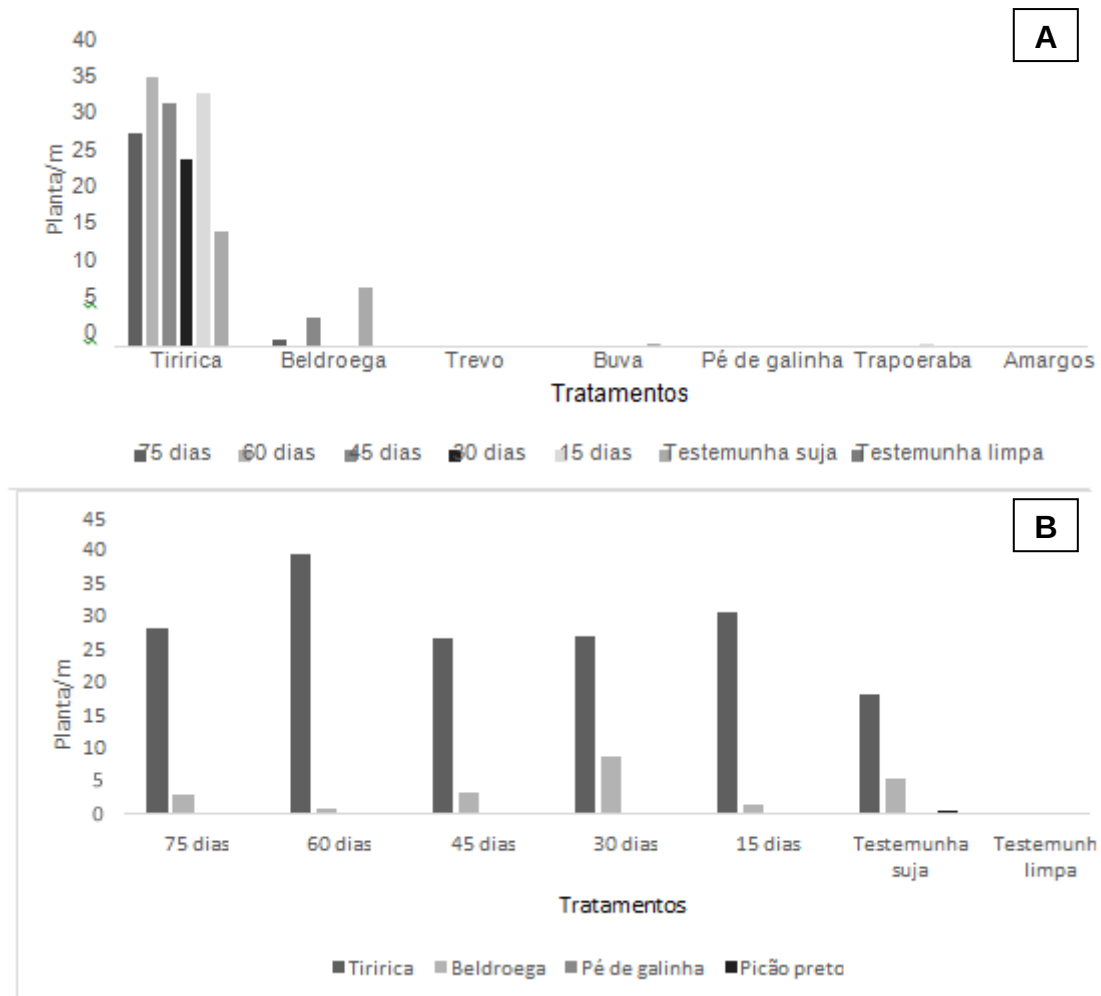


Figura 6. Densidade das plantas daninhas (plantas/canteiro) nas culturas de alface (A) e rúcula (B) aos 45 dias após a retirada do plástico.

Por ocasião da colheita das folhosas, a dominância da tiririca ainda era evidente, sobretudo nos canteiros solarizados, tanto de alface como de rúcula, independente do tempo de solarização, cujas densidades se mantiveram superiores às da testemunha. A beldroega se destaca na sequência, sobretudo nas testemunhas e nos canteiros que foram solarizados por um período mais extenso, acima de 30 dias, particularmente nos de alface.

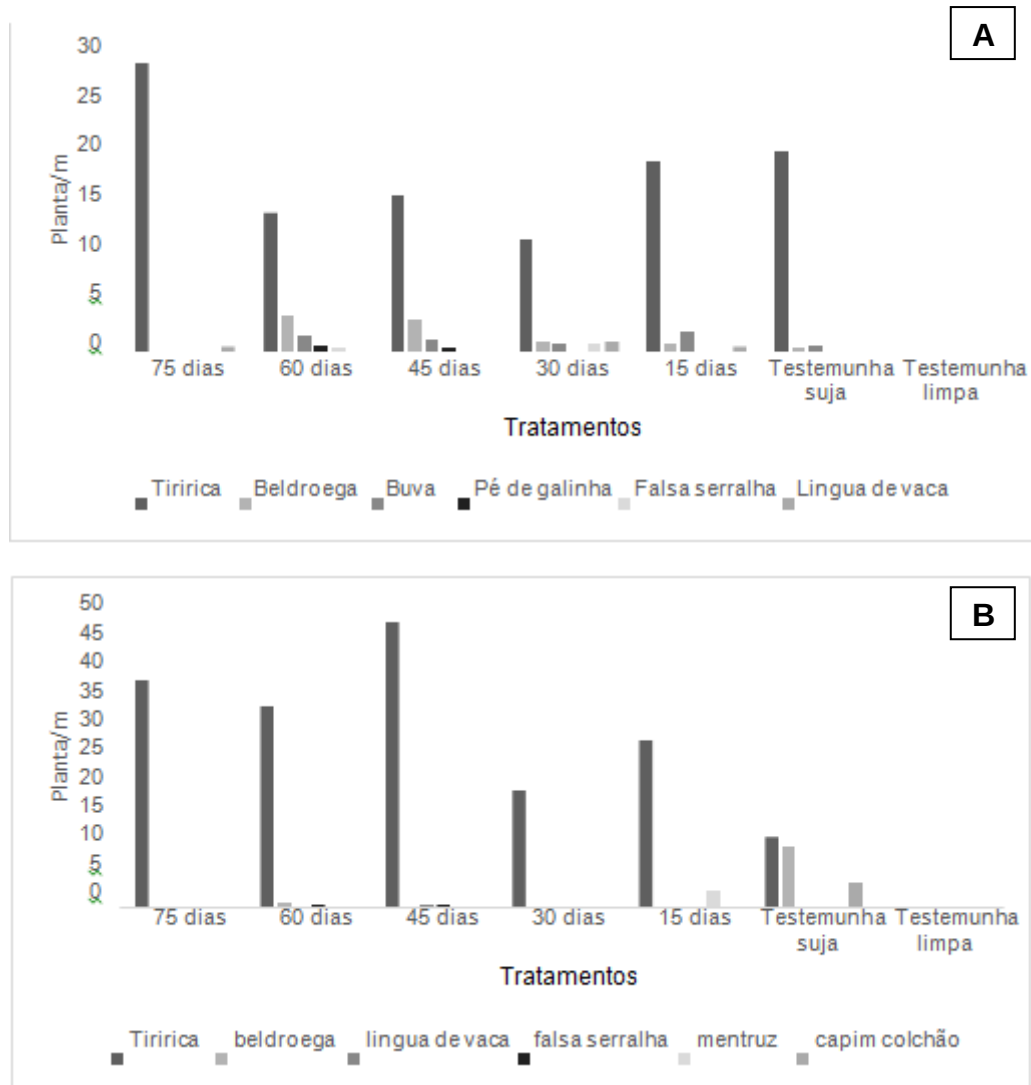


Figura 7. Densidade das plantas daninhas (plantas/canteiro) nas culturas de alface (A) e rúcula (B) por ocasião da colheita.

Avaliando-se a massa seca das plantas daninhas (Figura 8), cuja dominância era de tiririca, verificou-se que com a redução do tempo de solarização houver redução no acúmulo de massa, tanto nos canteiros de alface quanto nos de rúcula, sendo que em todos os canteiros solarizados o acúmulo de massa seca foi superior ao da testemunha, com destaque aqueles cuja solarização foi por 45 dias ou mais antecedendo o plantio das folhosas, ou seja, a solarização do solo promoveu a brotação e o crescimento da tiririca.

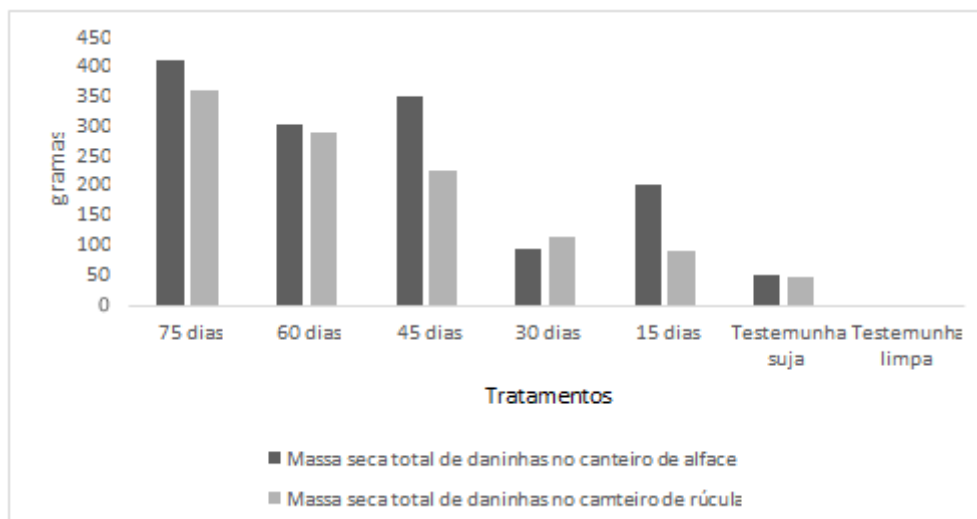


Figura 8. Acúmulo de massa seca (g/canteiro) das plantas daninhas nas culturas de alface e rúcula por ocasião da colheita.

Ao avaliar o banco de sementes do solo, observou-se que, independentemente do tratamento, as sementes em maior concentração foram as de beldroega, capim-colchão, nicandra e pé-de-galinha, nesta ordem (Figura 9). Os canteiros que foram solarizados por 60 dias obtiveram uma menor quantidade de sementes, quando comparado com as testemunhas e com os demais tratamentos, enquanto os demais períodos de solarização não afetaram o banco, à exceção da solarização por 15 dias, na qual os canteiros apresentaram maior quantidade de sementes que as testemunhas, particularmente de beldroega e de capim-colchão.

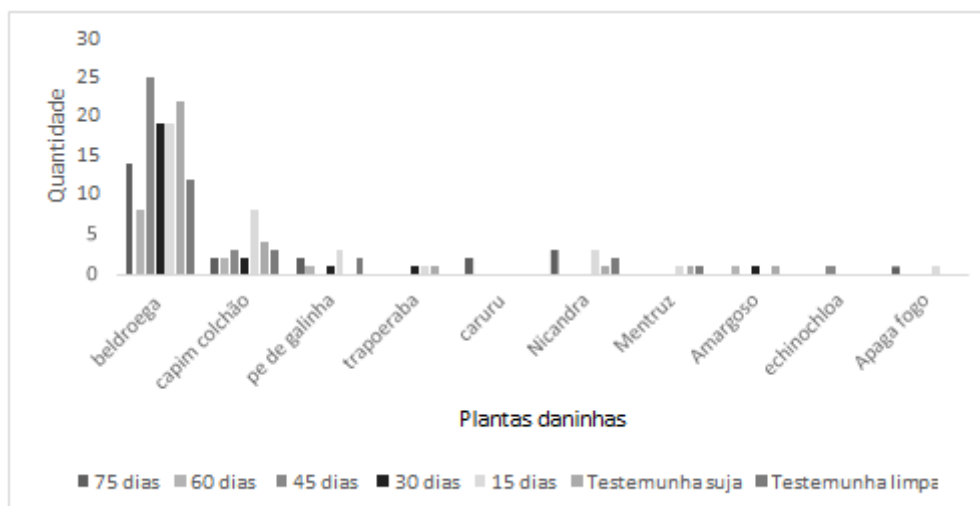


Figura 9. Banco de sementes de plantas daninhas do solo em resposta aos tratamentos.

Avaliando-se as culturas, verificou-se que a solarização do solo por períodos crescentes antecedendo o plantio da alface não afetou o número de plantas (Figura 9), ou seja, apesar da solarização ter favorecido o crescimento das plantas daninhas, particularmente da tiririca, não houve mortalidade de plantas de alface.

Analisando o número de folhas aproveitáveis (Figura 10), a solarização do solo, principalmente por 45 dias antecedendo o plantio da cultura, favoreceu a alface, tanto quando comparada a testemunha no sujo (sem controle das plantas daninhas) como a testemunha mantida no limpo. As plantas da testemunha no sujo apresentaram, em média, 150 folhas aproveitáveis por canteiro, enquanto a testemunha no limpo cerca de 200 folhas, igualando-se aquelas com solarização de 75 e 30 dias, enquanto a solarização por 60, 45 e 15 dias proporcionaram mais de 250 folhas.

Analisando-se a área foliar de cinco plantas de alface por canteiro (Figura 11), verificou-se, novamente, que a solarização por 45 dias antes do plantio (T3) proporcionou maior valor, seguida da solarização por 15 dias (T5), cujos valores foram 4x maiores que a testemunha no sujo e 3x maiores que a testemunha no limpo. Já os outros períodos de solarização proporcionaram a mesma área foliar que a testemunha no limpo.

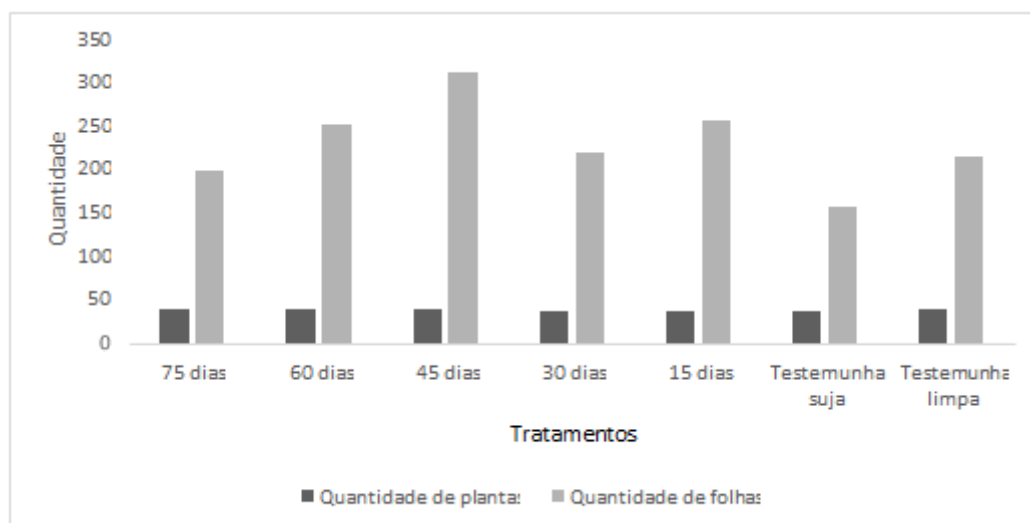


Figura 10. Número de plantas e quantidade de folhas de alface em resposta aos períodos de solarização que antecederam o plantio da cultura.

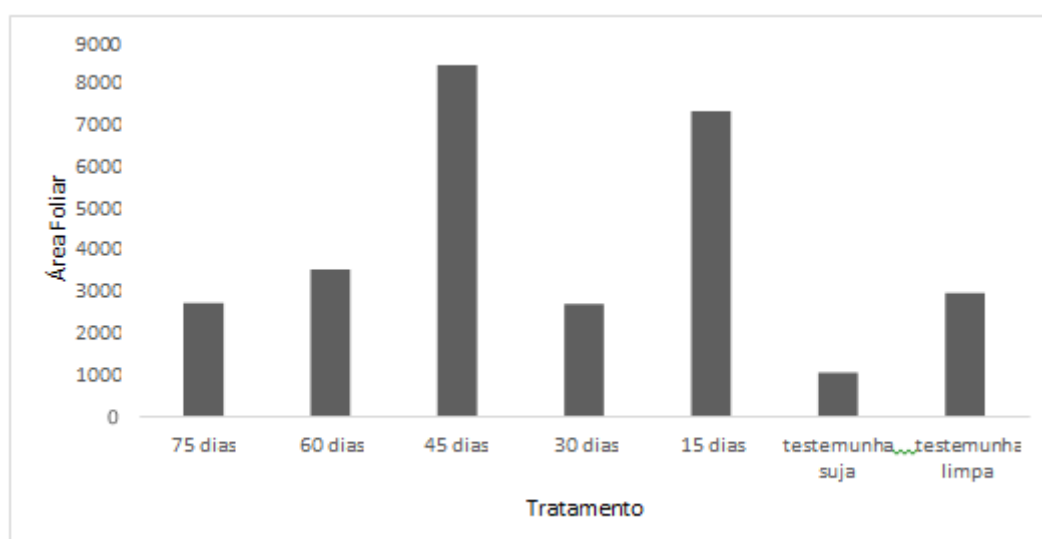


Figura 11. Área foliar (cm²) de cinco plantas de alface em resposta aos períodos de solarização que antecederam o plantio da cultura.

Analisando-se a massa fresca produzida pelas plantas de alface (Figura 12), novamente verificou-se que a solarização do solo por 45 dias antecedendo o plantio da cultura proporcionou maiores valores (8 kg/canteiro) quando comparado à testemunha no sujo (3,8 kg) e testemunha no limpo (6,5 kg/canteiro), enquanto os períodos de solarização de 60, 30 e 15 dias resultaram em valores inferiores ao da testemunha no limpo e o de 75 praticamente se igualou. Esse comportamento se manteve quando se analisou a massa seca da alface (Figura 13), à exceção de que

a solarização por 75 dias antecedendo o plantio também resultou em menor valor quando comparado à testemunha no limpo.

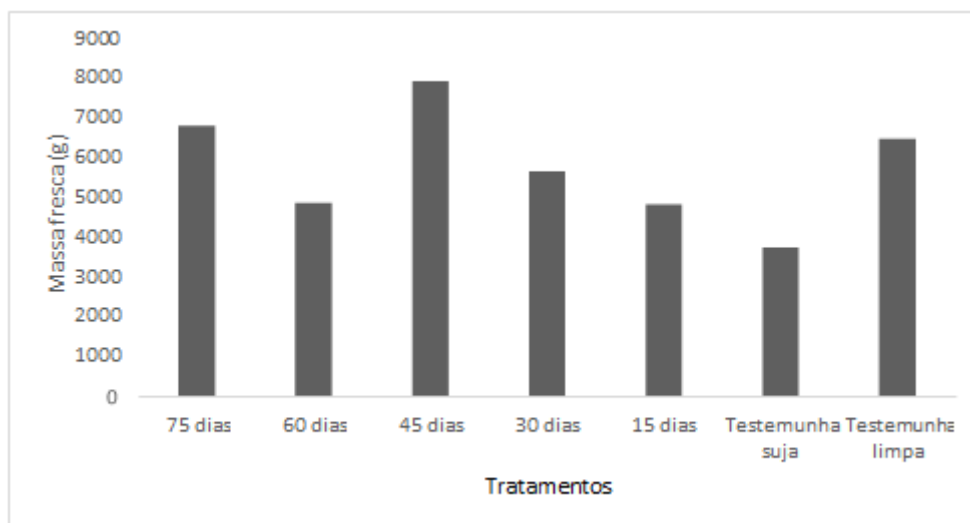


Figura 12. Massa fresca das plantas de alface (g/canteiro) resposta aos períodos de solarização que antecederam o plantio da cultura.

Para a cultura da rúcula, o não controle das plantas daninhas (testemunha no sujo) resultou na mortalidade de mais de 50 % das plantas quando comparada a testemunha no limpo, que por sua vez apresentou cerca de 25% de mortalidade quando comparada aos canteiros solarizados, independente do tempo de solarização (Figura 14). Esse resultado deve-se, provavelmente, ao fato das capinas manuais feitas periodicamente neste tratamento terem causado a morte das plantas de rúcula. Analisando-se o número de folhas aproveitáveis, o resultado foi semelhante, com a testemunha no sujo apresentando menor valor que a testemunha no limpo, que por sua vez foi menor que o dos canteiros solarizados, sobretudo daquele solarizado por 15dias, cujo valor foi 60% maior.

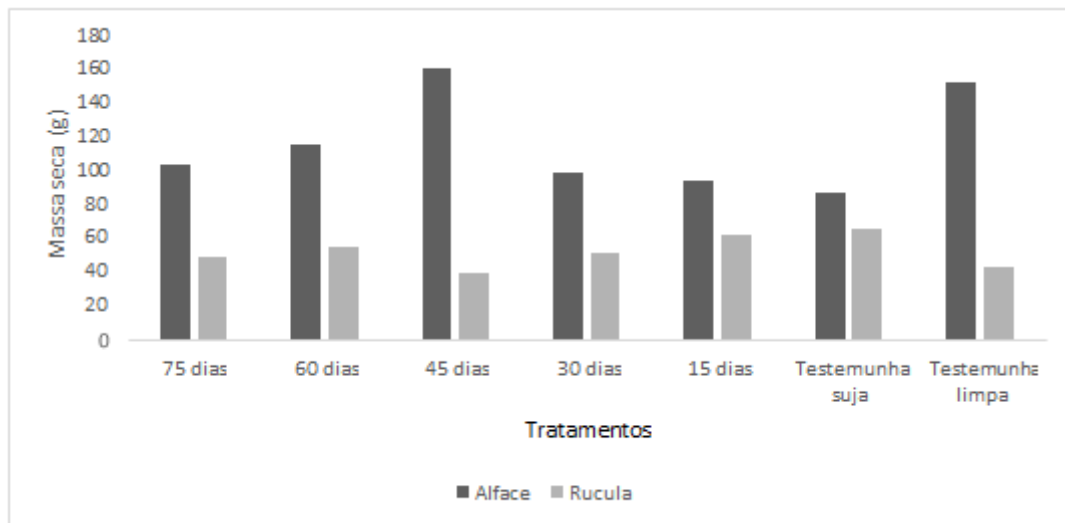


Figura 13. Massa seca das plantas de alface e de rúcula (g/canteiro) em resposta aos períodos de solarização que antecederam o plantio da cultura.

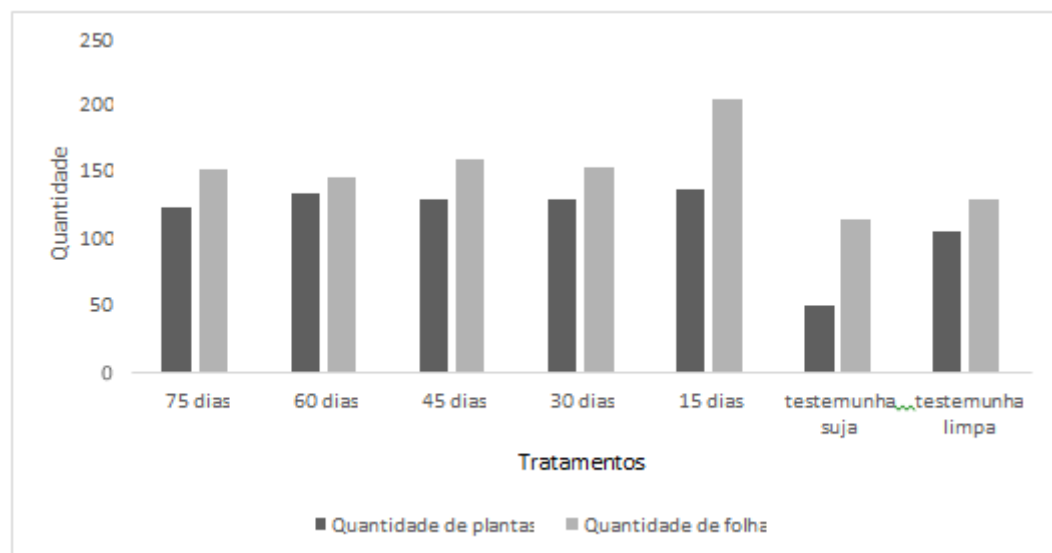


Figura 14. Número de plantas e quantidade de folhas de rúcula em resposta aos períodos de solarização que antecederam o plantio da cultura.

Como resultado desse número diferente de folhas, a área foliar das plantas de rúcula da testemunha no sujo foi inferior ao da testemunha no limpo, que por sua vez foi maior que a da solarização por 60 dias mais inferior à dos demais períodos de solarização (Figura 15)

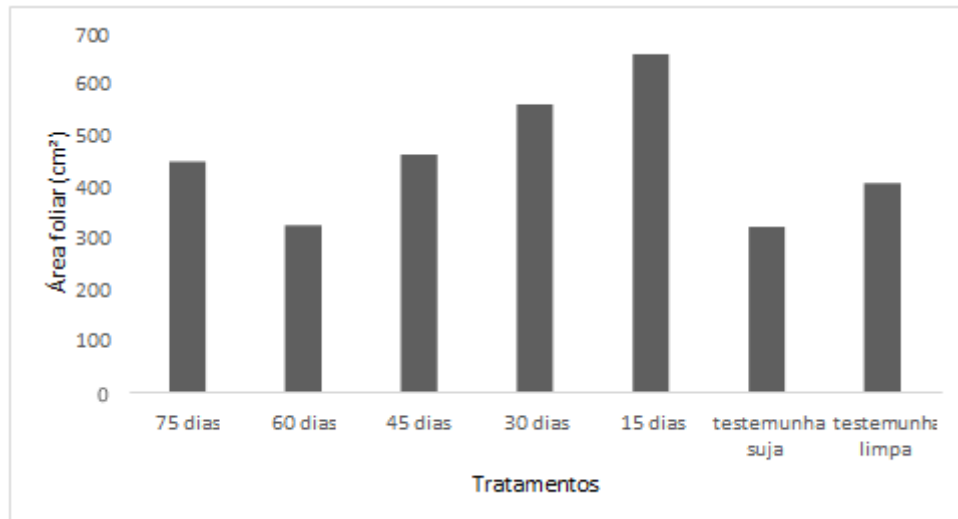


Figura 15. Área foliar (cm²) de cinco plantas de rúcula em resposta aos períodos de solarização que antecederam o plantio da cultura.

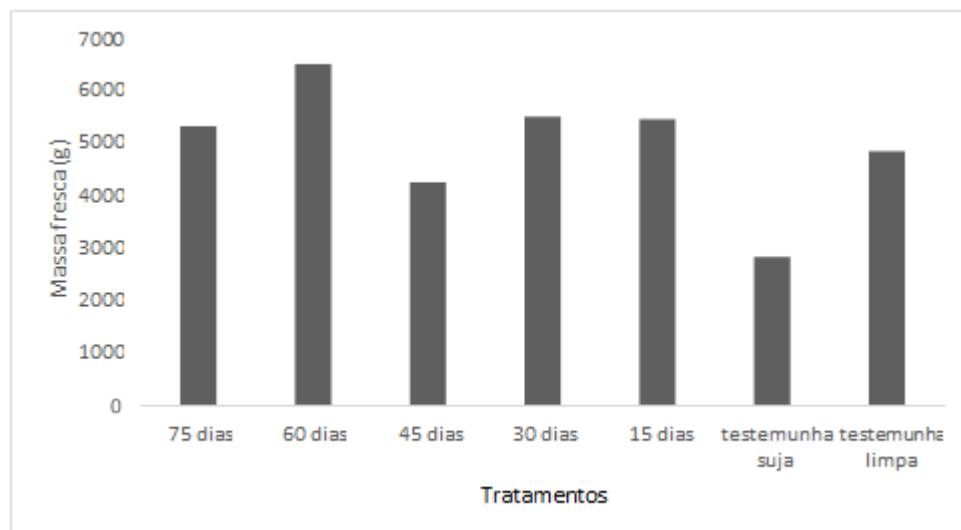


Figura 16. Massa fresca rúcula em resposta aos períodos de solarização que antecederam o plantio da cultura.

Analisando a massa fresca das plantas de rúcula (Figura 16), verificou-se que as plantas da testemunha no sujo produziram quase 3 kg/canteiro, enquanto as da testemunha no limpo quase 5 kg/canteiro, e as plantas dos canteiros solarizados produziram, em média 5,5 kg/canteiro, à exceção da solarização por 45 dias, cuja produção das plantas foi cerca de 4 kg/canteiro. Contudo, ao analisar a massa seca (Figura 13), não mais se verificou estas diferenças.

Classificação comercial

A CEAGESP tem como objetivo padronizar e garantir que os produtos com defeitos não sejam aceitos no recebimento; portanto, a CEAGESP através da SECQH – Seção do Centro de Qualidade Hortigranjeira, trabalha no desenvolvimento de referencial fotográfico com padrões mínimos de qualidade. Ao analisar as plantas colhidas, constatou-se que todas as plantas estavam dentro do padrão mínimo de qualidade.

4.2 Eficácia da solarização do solo no controle das plantas daninhas nopré-plantio de alface e rúcula - 2ª Repetição

Como a segunda repetição foi instalada na mesma área que a primeira, a composição da comunidade infestante determinada pelo levantamento foi a mesma descrita no item 4.1.

Para a primeira avaliação, realizada 15 dias após a remoção dos plásticos, observou-se que as plantas daninhas em maior quantidade foram tiririca e beldroega, assim como aconteceu na 1ª repetição (Figura 17). Novamente, a solarização do solo promoveu a brotação da tiririca, particularmente nos canteiros solarizados por mais tempo antes do plantio das folhosas, tanto no canteiro da alface como no da rúcula.

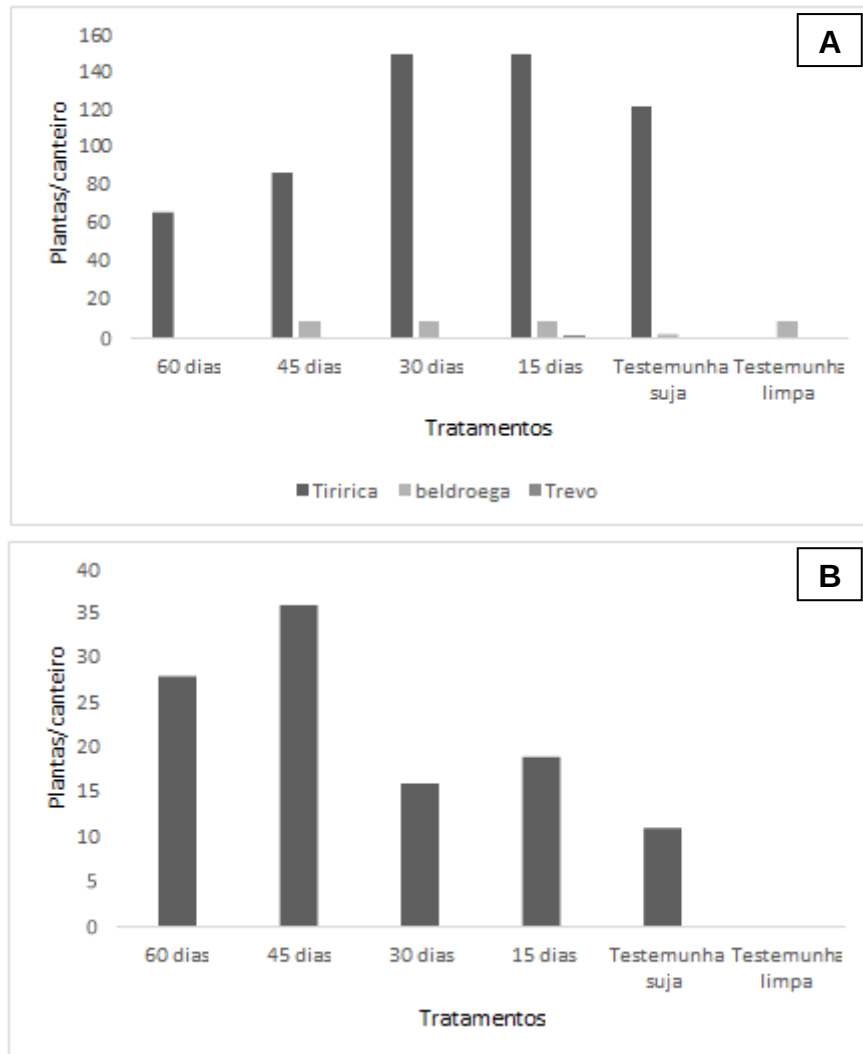


Figura 17. Densidade das plantas daninhas (plantas/canteiro) nas culturas de alface (A) e rúcula (B) aos 15 dias após a retirada do plástico.

Nas avaliações realizadas aos 30 e 45 dias após a retirada dos plásticos, praticamente só havia tiririca na área experimental, ou seja, nos canteiros de alface e de rúcula (Figuras 18 e 19).

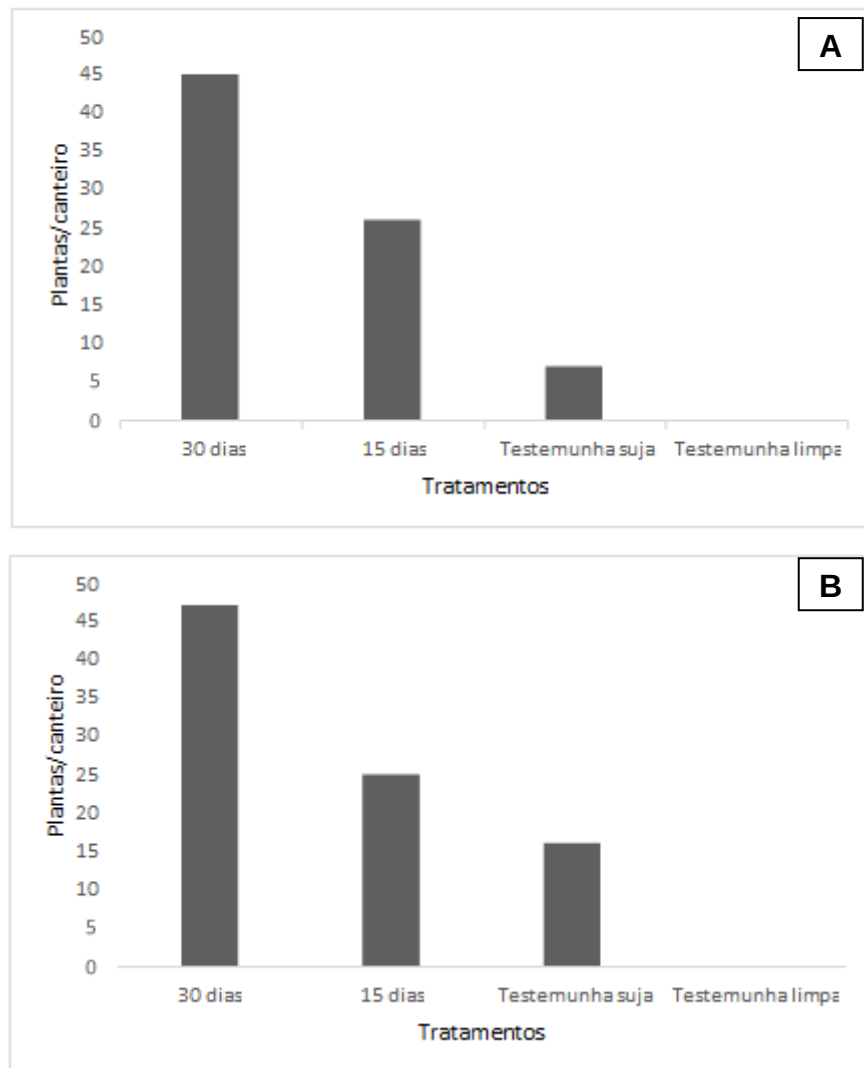


Figura 18. Densidade das plantas daninhas (plantas/canteiro) nas culturas de alface (A) e rúcula (B) aos 30 dias após a retirada do plástico.

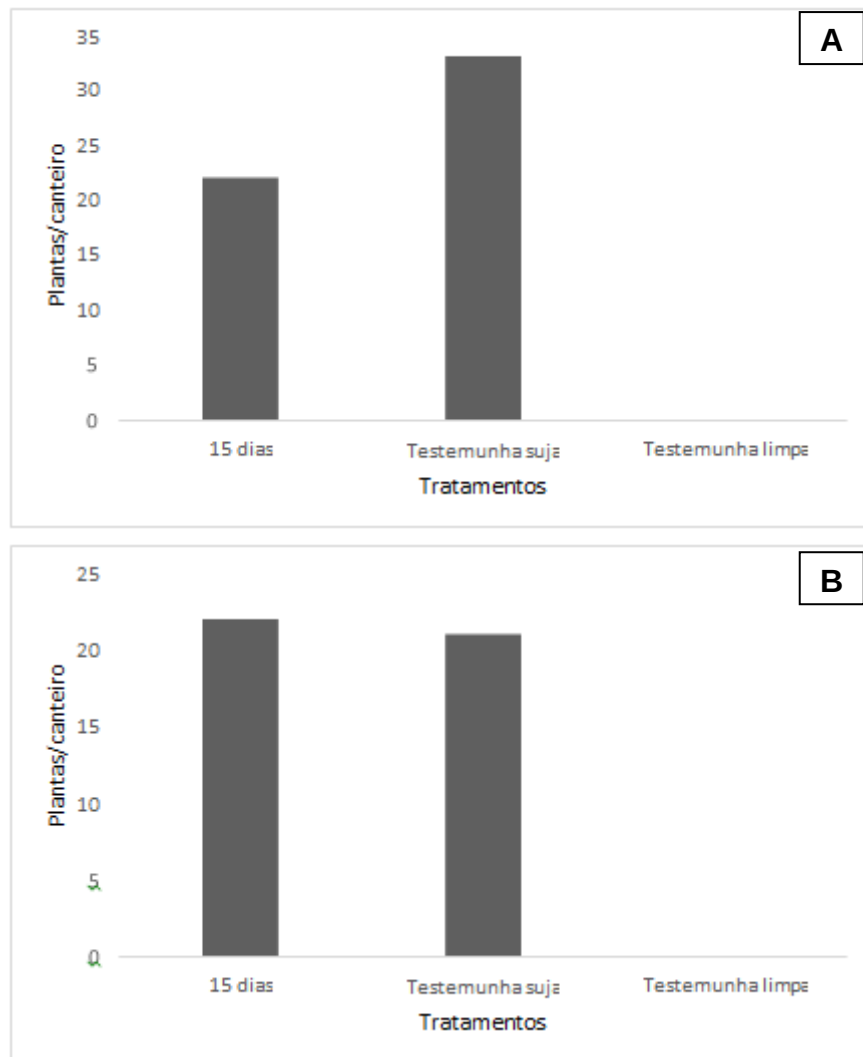


Figura 19. Densidade das plantas daninhas (plantas/canteiro) nas culturas de alface (A) e rúcula (B) aos 45 dias após a retirada do plástico.

Para a quarta avaliação, por ocasião da colheita, destaca-se, novamente, a tiririca, mas agora observa-se a presença de beldroega, trevo e capim-pé-de-galinha em todos os tratamentos, exceto para 75 dias de solarização, onde tinha-se apenas a presença de tiririca nos canteiros de alface e aos 30 e 45 nos canteiros de rúcula (Figura 20). Novamente se observou que a solarização dos canteiros, independentemente do tempo, promoveu o crescimento das plantas daninhas, particularmente da tiririca.

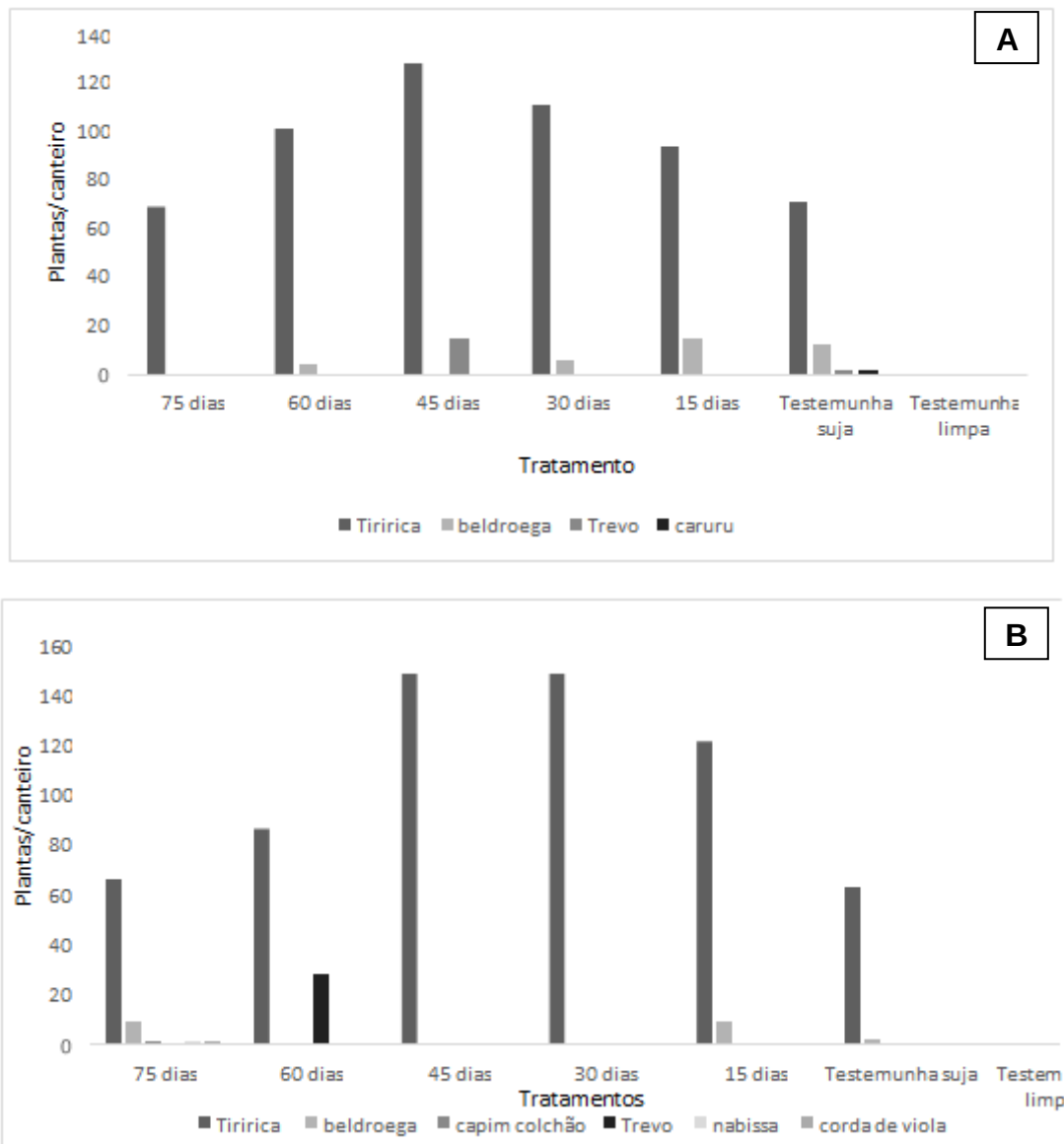


Figura 20. Densidade das plantas daninhas (plantas/canteiro) nas culturas de alface (A) e rúcula (B) por ocasião da colheita.

Avaliando a massa seca das plantas daninhas (Figura 21), independentemente da cultura, verificou-se novamente a predominância da tiririca, com maior acúmulo, sendo esse promovido pela solarização de 60, 45 e 15 dias, mas reduzido com a solarização por 75 dias antes do plantio das folhosas. Destaca-se também, nesta ocasião, a presença do capim-colchão, presente na testemunha no sujo e nos canteiros que haviam sido solarizados 60 dias antes do plantio.

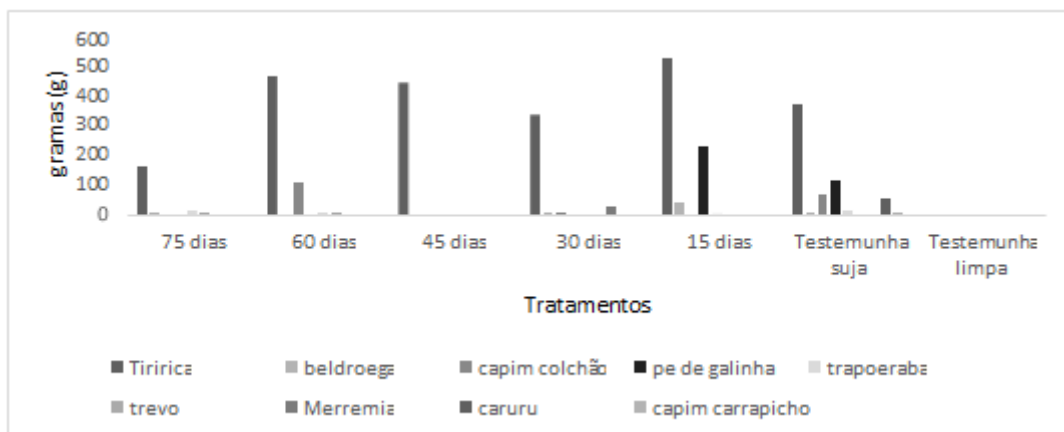


Figura 21. Acúmulo de massa seca (g/canteiro) das plantas daninhas nas culturas de alface e rúcula por ocasião da colheita.

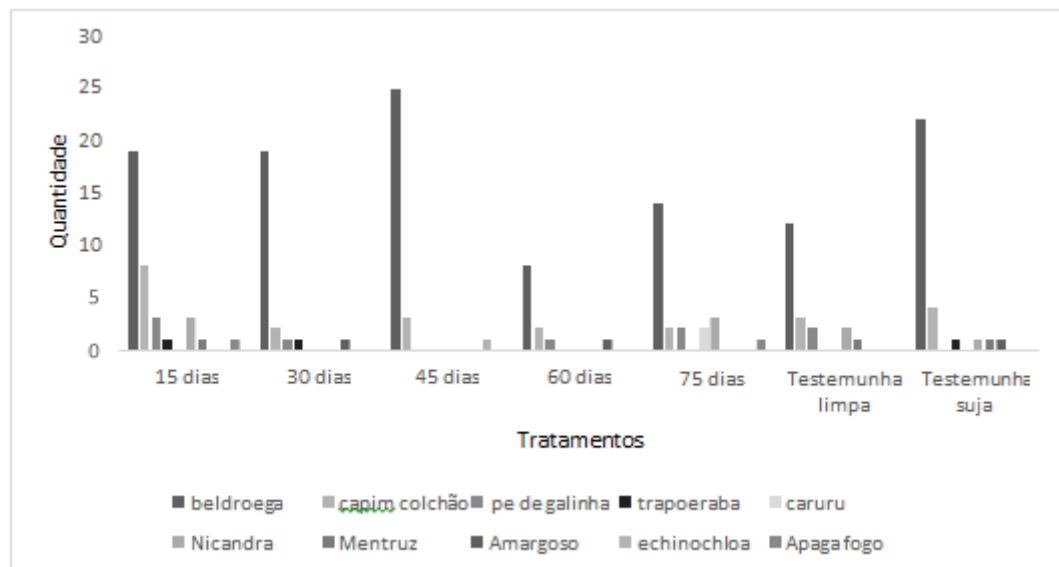


Figura 22. Banco de sementes de plantas daninhas do solo em resposta aos tratamentos.

Como era de se esperar, a tiririca predominou no banco de sementes, em todos os tratamentos, seguida da beldroega, capim-pé-de-galinha e nicandra (Figura 22). A solarização foi efetiva na redução do banco de sementes de todas as espécies de plantas daninhas, à exceção da tiririca.

Avaliando-se as culturas, verificou-se que a solarização do solo por períodos crescentes antecedendo o plantio da alface não afetou o número de plantas. Analisando a massa fresca (Figura 23), verificou-se que com a diminuição do tempo de solarização dos canteiros ocorreu diminuição da massa, sendo que no tratamento de 75 dias foi onde obteve-se maior massa fresca das plantas. Analisando a

quantidade de folhas aproveitáveis, o comportamento foi o mesmo, ou seja, a solarização promoveu o crescimento das plantas com o aumento do período utilizado.

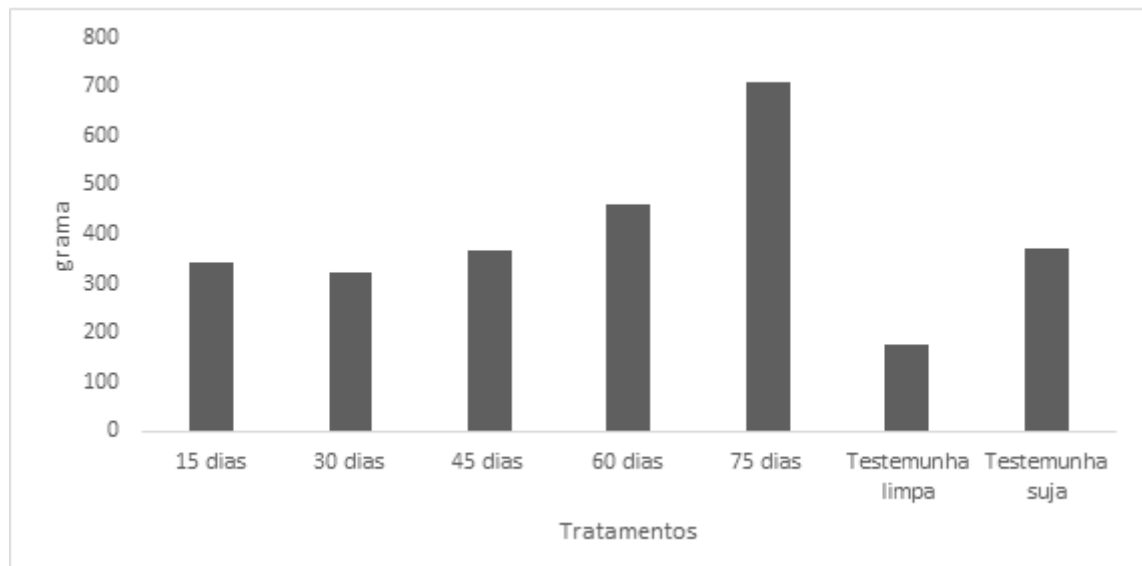


Figura 23. Massa fresca das plantas de alface em resposta aos tratamentos.

Esse aumento na massa fresca da alface deve-se também ao aumento da área foliar das plantas. Como pode ser observado na (Figura 24), as plantas que se desenvolveram no solo solarizado apresentaram maior área foliar que as testemunhas, seja no limpo, seja no sujo, sobretudo aquelas cujo solo ficou mais tempo solarizado. Como consequência, a massa seca das plantas de alface também foi maior quando cultivada nos canteiros solarizados, proporcionalmente ao tempo de solarização (Figura 25).

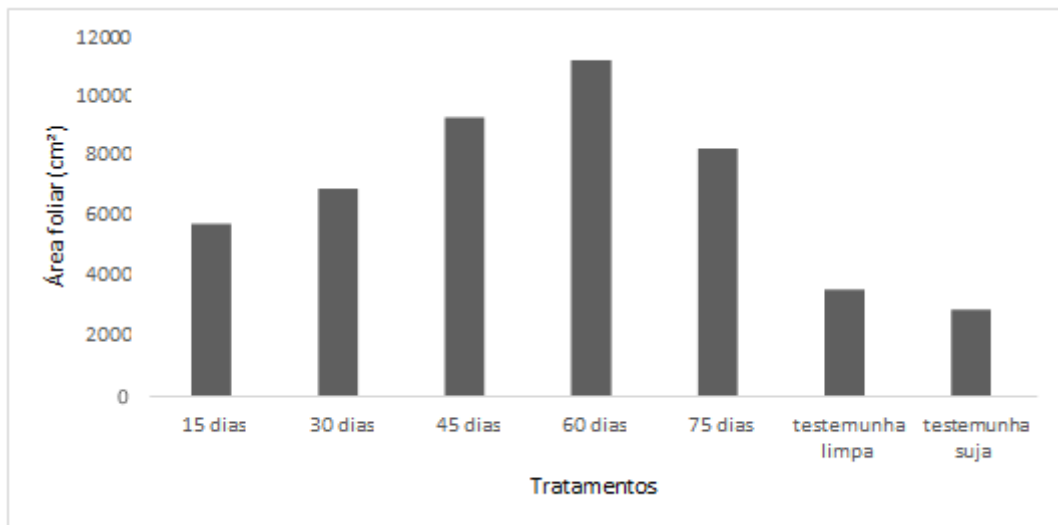


Figura 24. Área foliar (cm²) de cinco plantas de alface em resposta aos períodos de solarização que antecederam o plantio da cultura.

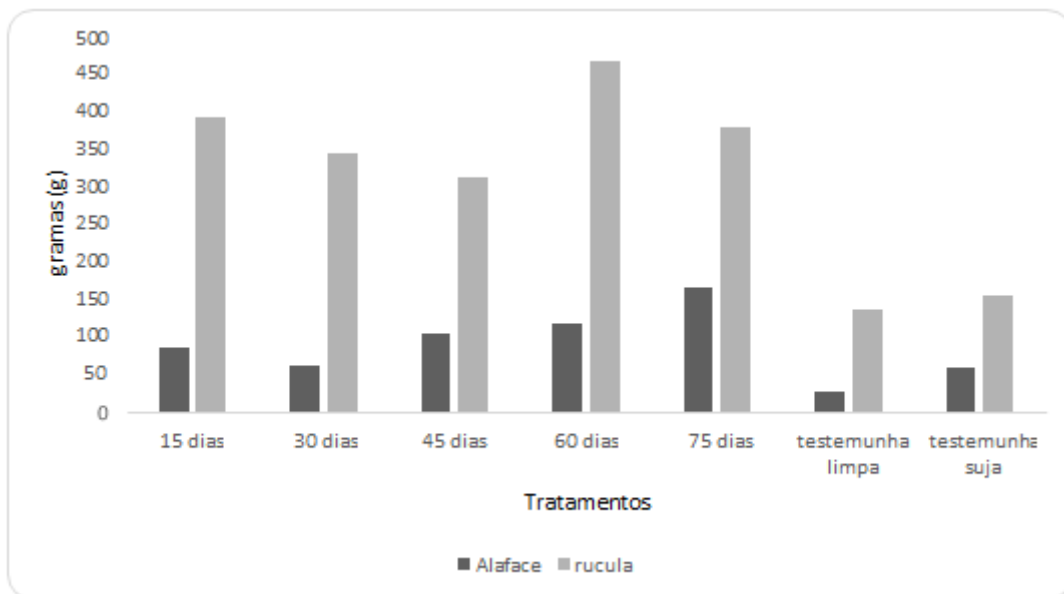


Figura 25. Massa seca das plantas de alface e de rúcula (g/canteiro) em resposta aos períodos de solarização que antecederam o plantio da cultura.

Para a rúcula, a maior massa fresca e a maior quantidade de folhas ocorreram quando os canteiros foram submetidos a 45, 30 e 15 dias de solarização quando comparados às testemunhas, mas a solarização do solo por 75 e 60 dias antecedendo o plantio dela proporcionou plantas com mesma quantidade de folhas, mas massa fresca menor (Figura 26). As plantas de rúcula cultivadas em canteiros

solarizados, independentemente do tempo, apresentaram maior área foliar que as testemunhas (Figura 27), o que refletiu na massa seca das plantas (Figura 25).



Figura 26. Número de folhas e massa fresca das plantas de rúcula em resposta aos tratamentos.

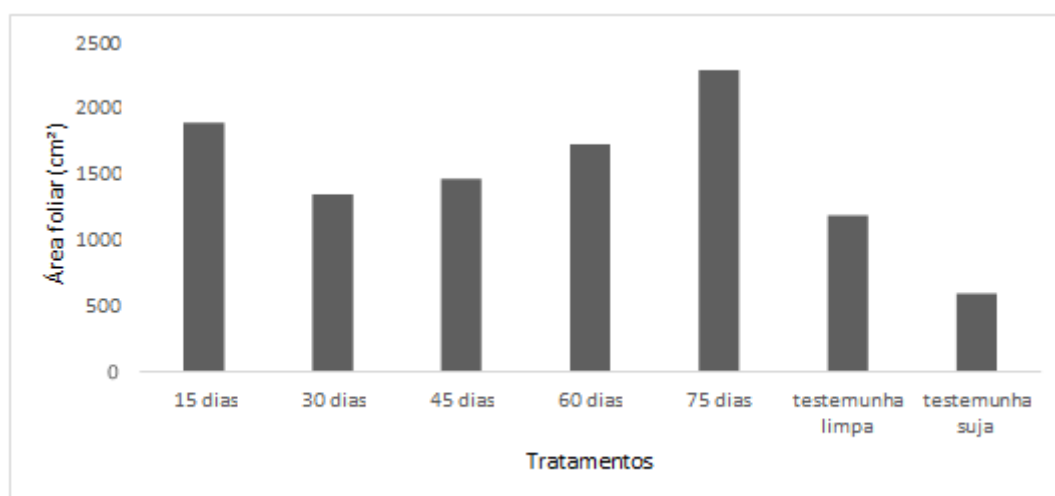


Figura 27. Área foliar (cm²) de cinco plantas de rúcula em resposta aos períodos de solarização que antecederam o plantio da cultura.

Nesta segunda repetição, ao analisar as plantas colhidas, constatou-se que todas, diferente do que se foi aconteceu na primeira avaliação, não alcançaram o padrão comercial estabelecido pelo CEAGESP, principalmente as testemunhas.

5. DISCUSSÃO

Ao analisar as temperaturas nos meses de janeiro a julho de 2021, foi observado que os canteiros solarizados tiveram um aumento médio de temperatura maior em relação aos canteiros não solarizados em todas as profundidades, sendo a da superfície maior (Figuras 1). Ocorreu a dominância de tiririca, mostrando que a solarização não proporcionou um controle efetivo desta planta daninha, ao contrário do que ocorreu no experimento de Kuva (1995a), não ocorreu a redução do peso da matéria seca das plantas de tiririca. Esse resultado também foi observado por Braun et al. (1988).

Para a segunda repetição ocorreu a infestação de tiririca na área e não houve redução do número de tubérculos no solo, fato esse contrário ao que ocorreu no experimento de Ricci et al. (2000). Esta re-infestação de tiririca observada deve-se ao fato de que antes da implementação deste experimento ocorreu revolvimento do solo e, dessa forma, os tubérculos que estavam em maiores profundidades foram para a superfície. Oanco de sementes de um solo revolvido apresenta maior germinação/brotação do que quando não há revolvimento do solo (Setyowati et al., 2017). Quando os tubérculos de tiririca são cortados, em duas partes, por exemplo, no processo de revolvimento do solo, pode ocorrer a brotação de ambas as partes. A solarização tem efeito em plantas daninhas em camadas mais profundas. Patel et al. (1997) e Pereira et al. (2009) observaram que o controle de plantas daninhas foi ineficiente quando ocorreu revolvimento do solo.

Apesar de não obter um controle significativo em relação a tiririca, foi observada uma redução em relação as outras plantas daninhas, como beldroega, trevo, falsa serralha, capim-colchão, capim-pé-de-galinha, entre outras. Isso se deve ao fato da solarização inativar estruturas e sementes de plantas daninhas, pois o aquecimento do solo provoca danos oxidativos nas sementes, gerando danos no cloroplasto, membrana plasmática, peroxissomos, parede celular e apoplasto (SEDIYAMA et al., 2015; MATOS et al., 2015).

Na primeira repetição, as folhosas apresentaram um crescimento e desenvolvimento adequado para atingir um bom valor econômico, mesmo em competição com plantas daninhas. Já na segunda repetição, não ocorreu esse mesmo desempenho e isso se deve ao fato de que o segundo experimento foi

realizado no segundo semestre do ano, quando as condições climáticas não auxiliaram na produção das folhosas.

Já no segundo experimento, as hortaliças foram plantadas em outubro, mês que ocorreu maior média de temperatura, e as alfaces não possuem um bom desenvolvimento em temperaturas elevadas, podendo ocorrer a formação de cabeças pouco compactas e também contribuir para alguns distúrbios (JACKSON et al., 1999). O mesmo ocorre com a rúcula, nas quais as altas temperaturas estimulam a produção de pendão floral, tornando as folhas mais rígidas (MAIA et al., 2006).

A tiririca, por ser uma planta C4, tem um melhor desenvolvimento em ambientes úmidos, com altas temperaturas e alta luminosidade, que apresentaram uma correlação positiva entre a umidade e a brotação dos tubérculos (MAGALHÃES et al., 1965). Dessa forma, a solarização proporcionou um microclima para a tiririca se desenvolver, já que antes da colocação do plástico os canteiros foram molhados, contribuindo para o aumento da umidade e com as coberturas com os plásticos a temperatura foi aumentada, favorecendo, assim, a brotação da planta daninha. Isto pode ser comprovado pelas avaliações feitas, pois independente do tempo de solarização, a densidade da tiririca foi superior a testemunha não solarizada.

Portanto, a partir dos dados coletados e das discussões feitas acima, é possível constatar que a solarização assim como outros métodos tem vantagens e desvantagens, e ela não deve ser considerada uma ferramenta completa como manejo, ela deve ser tratada como um adicional de controle e deve ser utilizada apenas em condições climáticas, biológicas e econômicas viáveis ao manejo. As condições ideais para a solarização, no caso de alface e rúcula, seriam no primeiro semestre, já que são meses que possuem altas temperaturas, mas não tão altas a ponto de atrapalhar no desenvolvimento das hortaliças. Para se ter bons resultados, a solarização precisa ser feita em um período com altas precipitações e não possuir baixa amplitude térmica (PEREIRA et al., 2009).

6. CONCLUSÃO

A solarização do solo dos 75 aos 15 dias antecedendo o plantio da alface e da rúcula, seja no verão ou no outono, promoveu a brotação e o crescimento da tiririca (*Cyperus rotundus*), mas reduziu a infestação de espécies de plantas daninhas anuais, sem afetar significativamente o banco de sementes.

Apesar de não proporcionar o controle da tiririca, a solarização do solo por períodos crescentes antecedendo o plantio aumentou proporcionalmente o crescimento da alface e da rúcula.

Quando não foi feito o controle das plantas daninhas, seja no verão ou no outono, houve redução no crescimento e produção da alface e da rúcula.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCSEM - Associação Brasileira do Comércio de Sementes e Mudas. Projeto para o levantamento dos dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil, 2012. 2013. [acesso em: 17 fev. 2019]. Disponível em: Disponível em: http://www.abcsem.com.br/upload/arquivos/O_mercado_de_folhosas_Numeros_e_Tendencias_-_Steven.pdf. Acesso em: 20 de jun. 2023.

ANDREANI JÚNIOR, R.; SILVA, D. A. 2004. **Influência de diferentes coberturas do solo sobre o desenvolvimento da cultura da rúcula. Horticultura Brasileira** 24: Suplemento CD Trabalho apresentado no 44º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2004.

BRANDÃO, A. DE A.; RIBEIRO, E. C.; FIORINI, C. V. A.; MACHADO, A. F. L.; LOPES, H. M. Dinâmica populacional de plantas daninhas em cultivares de alface produzidas no verão em Seropédica - RJ. **Revista Agrogeoambiental**, v. 8, n. 1, p. 67-77, 2016.

BRASIL. Anuário Brasileiro de Hortaliças de 2013. 2013. [acesso em: 15 fev. 2019]. Disponível em: Disponível em: http://www.icna.org.br/sites/default/files/artigo/Anuario_hortalicas_2013_0.pdf. Acesso em: 20 de jun. 2023.

BRAUN, M., KOCH, W., MUSSA, H.H., STIEFUATER, M. Solarization for weed and pest control possibilities and limitations In: CAVALLORO, R. EL TIK (ed). **Weed control in vegetable production**. Rotterdam: A.A. Balkema, 1988.

CAMARGO FILHO, W.P.; MAZZEI, A. R. Mercado de verduras: planejamento e estratégia na comercialização. **Informações Econômicas**, v. 31, n. 3, p. 45- 54, 2001.

CASADEI, E. L.; BACHA, A.; RODRIGUES, J. S.; SANTOS, R. T. S.; ALVES, P. L. C. A.; CECÍLIO FILHO, A.B. Redroot pigweed interference with lettuce crop. **Planta Daninha**, v.38, p. 1-8, 2020.

CASTRO, C. M.; RIBEIRO, R. L. D.; ALMEIDA, D. L. Caracterização e avaliação de substratos orgânicos para produção de mudas de beterraba. **Agronomia**, v.37, n.2,

p.19-24, 2003.

CEAGESP - Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. 2019. [acesso em: 15 fev. 2019]. Disponível em: Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/guia-ceagesp/alface-americana/>. Acesso em: 20 de jun. 2023.

COELHO, L.; CHELLEMI, D. O.; MITCHELL, D. J. Efficacy of solarization on cabbage amendment for the control of *Phytophthora* spp. In North Florida. **Plant Disease**, v.83, p.293-299, 1999.

CUNHA, M.G.; ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R.; CHAVES, G.M.; ALVES, H. Efeito da solarização com filmes de polietileno transparente, preto ou branco no controle da podridão branca do alho (*Sclerotium cepivorum*). **Fitopatologia Brasileira**, v.18 p.199-205, 1993.

ELMORE, C.L. Weed control by solarization. In: KATAN, J.; VAY, J.E. de (Ed.). **Soil solarization**. Boca Raton : CRC, p.61-72, 1991.

FAULIN, E. J.; AZEVEDO, P. F. Distribuição de hortaliças na agricultura familiar: uma análise das transações. **Informações Econômicas**, v. 33, n. 11, p. 24-37, 2003.

FERREIRA, I. C. P. V.; ARAUJO, A. V.; NASCIMENTO, A. L.; CAVALCANTI, T. F. M.; SANTOS, L.D.T. Cobertura morta e adubação orgânica na produção de alface e supressão de plantas daninhas. **Revista Ceres**, v.60, n.4, p. 582-588. 2013.

GHINI, R.; SCHOENMAKER, I. A. S.; BETTIOL, W. Solarização do solo e incorporação de fontes de matéria orgânica no controle de *Pythium* spp. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 9, 2002 .

GIANCOTTI, P. R. F.; MACHADO, M. H.; YAMAUTI, M. S. Período total de prevenção à interferência das plantas daninhas na cultura da alface cultivar **Solaris**. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 1299-1304. 2010.

GIANNOPOLITIS, C. N., VASSILIOU, G.; VIZANTINOPOULOS, S. Effects of weed interference and herbicides on nitrate and carotene accumulation in lettuce. **Journal**

Agricultural Food Chemistry, v. 37, p. 312-315, 1989.

GIANNOPOLITIS, C. N., VASSILIOU, G.; VIZANTINOPOULOS, S. Effects of weed interference and herbicides on nitrate and carotene accumulation in lettuce. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v. 37, p. 312-315, 1989.

GRINSTEIN, A.A.; KATAN, J.; ABDUL-RAZIK, A.O.; ELAD, Y. Control of *Sclerotium rolfsii* and weeds in peanuts by solar heating of soil. **Plant Disease Reporter**, v.63, p. 1056-1059, 1979.

GUALBERTO, R.; ALCALDE, G. L. L.; SILVA, C. L. Desempenho de cultivares de alface crespa produzidas em hidroponia a partir de mudas produzidas em floating e espuma fenólica. **Colloquium Agrariae**, v. 14, n.1, p.147-152, 2018

IEA - Instituto de Economia Agrícola, 2019. [acesso em: 17 fev. 2019]. Disponível em: http://www.ciagri.iaea.gov.br/nia1/subjetiva.aspx?cod_sis=1&idioma=1. Acesso em: 20 de jun. 2023.

KATAN, J. Soil solarization: integrated control aspects. In: HALL, R. ed. **Principles and practice of managing soilborne plant pathogens**. St. Paul, Mn: APS Press, cap.12, p.250-278, 1996.

KISSMANN, K.G. **Plantas infestantes e nocivas**. São Paulo: BASF-Brasileira. Nova Odessa. p.608, 1991.

KUVA, M. A.; ALVES, P. L. C. A.; ERASMO, E. A. L. Efeitos da solarização do solo com plástico transparente sobre o desenvolvimento da tiririca (*Cyperus rotundus*). **Planta Daninha**, v.13, p. 26 - 31, 1995a.

KUVA, M. A.; ALVES, P. L. C. A.; ERASMO, E. A. L. Efeitos da solarização do solo com plástico transparente sobre o desenvolvimento de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) em condições de outono-inverno. **Científica**, v.23, p. 331 - 341, 1995b.

LORENZI, C.; GILBERT, G. CARN, H.; GARNIER, S.. Speech perception problems of the hearingim paired reflect in ability to use temporal fine structure. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 103, n. 49, p. 18866-18869, 2006.

MAGALHÃES, A. C. Influência do teor de umidade no tubérculo e da quantidade de água disponível no solo sobre a capacidade de brotação da tiririca. **Bragantia**, v. 24, p. 507-513, 1965.

MAGURAN A.E. **Ecological diversity and its measurement**. London/Croom Helm. 179 p. 1988.

MELHORANÇA FILHO, A. L.; PEREIRA, M. R. R.; MARTINS, D.; CASTRO, R. M.. Produtividade de alface cv Lucy Brown influenciada por períodos de convivência com plantas infestantes e potencial alelopático da tiririca. **Bioscience Journal**, v. 24, n. 3, 2008.

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2021).http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons<acessado em 04 de maio de 2021>

MORMENEO, I.; CATAMUTTO, M. A. Modificación de la temperatura del suelo por efecto del uso de mulch. In: 7ª REUNIÓN ARGENTINA Y 1a LATINOAMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, Buenos Aires. **Anais**. p.65-66, 1997.

NASCIMENTO, I. R.; BARRETO, H. G.; CHAVES, P. P. N.; ERASMO, E. A. L.; MOMENTÉ, V. G. Effects of the different periods of weed interference on lettuce in protected cultivation. **Applied Research & Agrotechnology**, v.6, n.2, 75-81, 2013.

NIKOLICH, L., D. DZIGURSKI, B. LJEVNAICH-MASICH, R. CABILOVSKI M.; MANOJLOVICH. Weeds of lettuce (*Lactuca sativa* L. subsp. *Secalina*) in organic agriculture. **Bulgary Journal of Agriculture Science**, v. 17, p. 736-743, 2011.

ODERO, D. C.; WRIGHT, A. L. Phosphorus application influences the critical period of weed control in lettuce. **Weed Science**, v. 61, p. 410–414, 2013.

PARRY, S.; SHRESTHA, A. Effects of weed-free periods on organic romaine lettuce production, **Journal of Crop Improvement**, v. 32, n. 1, 124–139, 2018.

PAULO, E. M.; FUJWARA, M.; NISHIDA, T. Controle das plantas daninhas na cultura de alface transplantada com o herbicida oxadiazom. **Bragantia**, v.49, n.2, pp.403-411. 1990.

PEREIRA, L.; SAES, L. P.; CECÍLIO FILHO, A. B.; ALVES, P. L. C. A. **Viabilidade da solarização do solo com plástico transparente para o controle de plantas daninhas na cultura da alface** In: XIX Congresso da Asociación Latinoamericana de Malezas (ALAM), do XII Congresso da Sociedad Española de Malherbología (SEMH) e do II Congresso Iberoamericano de Ciencias de las Malezas, 2009, Lisboa.

PEREIRA, W. Manejo de plantas daninhas em hortaliças. **Circular Técnica do CNP Hortaliças**, v. 4, p. 1 – 6, 1987.

PICON, P. X.; ZANATTA, C. M.; GERCHMAN, F.; ZELMANOVITZ, T. Análise dos critérios de definição da síndrome metabólica em pacientes com diabetes melito tipo 2. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia**, v. 50, n. 2, p. 264-270, 2006.

PULLMAN, G.S.; DEVAY, J.E.; GARBER, R.H. Soil solarization and thermal death: a logarithmic relationship between time and temperature for four soilborne plant pathogens. **Phytopathology**, v.71, p.959-964, 1981.

PURQUERIO, L. F. V; TIVELLI, S. W. O mercado de rúcula. **Instituto**, 2007.

RAPPSILBER, J. RYDER, R.; I LAMOND, A. I.; MANN, M.. Large-scale proteomic analysis of the human spliceosome. **Genome Research**, v. 12, n. 8, p. 1231-1245, 2002.

RICCI, M. S. F.; ALMEIDA, D. L.; FERNANDES, M. C. A.; RIBEIRO, R. L. D.; CANTANHEIDE, M. C. S. Efeitos da solarização do solo na densidade populacional da tiririca e na produtividade de hortaliças sob manejo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, p.2175-2179, 2000.

RICCI, M. S. F.; ALMEIDA, D. L.; GUERRA, J. G. M. **Efeito da solarização do solo na população infestante de tiririca (*Cyperus rotundus*) e na produção de hortaliças**. (Comunicado técnico). Embrapa, n.18, 6p.,1997.

ROBERTS, H. A.; HEWSON, R. T.; RICKETTS, M. A. Weed competition in drilled summer lettuce. **Horticulture Research**, v. 17, n. 5, p. 39-45, 1977.

RYDER, E. J. A nova revolução na colheita de salada. Tendências em novas safras e novos usos. **ASHS Press**, p. 408-412, 2002.

SALA, F. C.; COSTA, C. P. Retrospectiva e tendência da alfacicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 187-194, 2012.

SANTOS, B. M., J. A. DUSKY, W. M. STALL, AND J. P. GILREATH. Effects of phosphorus fertilization on common lambsquarters (*Chenopodium album*) duration of interference in lettuce (*Lactuca sativa*). **Weed Technology** 18:152–56, 2004b

SHEM-TOV, S.; FENNIMORE, S. A.; LANINI, W. T. Weed management in lettuce (*Lactuca sativa*) with preplant irrigation. **Weed Technology**, v. 20, p. 1058– 1065, 2006.

SILVA, A. A.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA, L. R.; SANTOS, J. B. Métodos de controle de plantas daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. **Tópicos em manejo de plantas daninhas**. Universidade Federal de Viçosa, 2007. 367 p.

SILVA, A. F. M.; GIRALDELI, A. SILVA, G. S.; ARAUJO, L. S.; ALBRECHT, A. J. P.. Introdução à ciência das plantas daninhas. **Matologia**, p. 7, 2021.

SIMPSON, M. G. Diversity and Classification of Flowering Plants: Amborellales, Nymphaeales, Austrobaileyales, Magnoliids, Monocots, and Ceratophyllales. In: SIMPSON, M.G. (Ed.). *Plant Systematics*. 3. ed. London: Academic Press, 2019. cap. 7, p. 187-284.

SINIGAGLIA, C.; PATRÍCIO, F.R.A.; GHINI, R.; MALAVOLTA, V.M.A.; TESSARIOLI NETO, J.; FREITAS, S.S. Controle de *Sclerotinia minor*, *Rhizoctonia solani* e plantas daninhas pela solarização do solo e sua integração com controle químico. **Summa Phytopathologica**, v.27, n.2, p.229-235, 2001.

SOUZA, J. N. S.; SILVA, E. M.; LOIR, A.; RESS, J. F.; ROGEZ, H. Antioxidant capacity of four polyphenol-rich Amazonian plant extracts: A correlation study using chemical and biological in vitro assays. **Food Chemistry**, v. 106, n. 1, p. 331-339, 2008.

SOUZA, N.L. Solarização do solo. **Summa Phytopathologica**, v.20, n.1, p.3-15,

1994.

VILLATORO-PULIDO M, FONT R, SAHA S, OBREGÓN-CANO S, ANTER J, MUÑOZ-SERRANO A, HARO-BAILÓN A, ALONSO MORAGA A, DEL RÍO-CELESTINO M. In vivo biological activity of rocket extracts (*Eruca vesicaria* subsp. *sativa* (Miller) Thell) and sulforaphane. **Food and Chemical Toxicology**, 50:1384-1392, 2012.

ZANATTA, J. F.; FIGUEIREDO, S.; FONTANA, L. C.; PROCÓPIO, S. O. Interferência de plantas daninhas em culturas olerícolas. **Revista da FZVA**, v. 13, n. 2, p. 39-57, 2006.