

Biomassa de Plantas Daninhas Emergidas em Solo Solarizado

Production of Weed Biomass Emerged from Solarized Soil

Clodoaldo Moreno Paixão^{*a}; Carlos Alberto Rezende Coneliani^a; Joás dos Santos Soares^a; Juliana Maria Defanti Petrazzini^a; Valéria Cristina Horbach^a

^aUniversidade de Cuiabá. MT, Brasil.

*E-mail: cmpaixao40@gmail.com

Resumo

O crescimento da agricultura orgânica, associado às mudanças de padrões de consumo e exigência dos consumidores evidencia um aumento da demanda por alimentos livres de resíduos de agrotóxicos e que apresentem menores riscos à saúde e ao meio ambiente. No entanto, por outro lado, a disponibilidade de métodos alternativos ao controle químico de plantas daninhas, entre outros organismos indesejáveis aos cultivos, ainda é um grande desafio. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da solarização sobre o crescimento e desenvolvimento inicial de plantas daninhas, oriundas de propágulos presentes no solo. O experimento foi realizado na Universidade de Cuiabá, entre os dias 18/01/2018 e 22/02/2018. Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos testados correspondem a cinco tempos de solarização do solo, sendo esses: testemunha (sem solarização), solarização por 7 dias, 14 dias, 21 dias e 28 dias. Os resultados mostraram que a solarização pode ser aplicada para a supressão de plantas daninhas. Os efeitos são variados e dependem do tempo de solarização e da espécie da planta. A solarização do solo por 14 dias demonstrou redução acima de 90% da produção de massa de matéria seca de *Cyperus rotundus* e a solarização por 28 dias demonstrou redução de aproximadamente 70% da produção de massa de matéria seca de *Chamaesyce hirta*.

Palavras-chave: Solarização. *Cyperus Rotundus*. *Chamaesyce Hirta*. Controle Alternativo.

Abstract

*The growth of organic agriculture, associated with changes in consumption patterns and consumer's demand, shows an increase in demand for food free from residues of pesticides and have lower risks to health and the environment. But on the other hand, the availability of alternative methods to chemical weed control, and other unwanted organisms to crops, is still a big challenge. Thus, the aim of this study was to evaluate the effect of solarization on growth and early development of weed plants from seedlings in the soil. The experiment was conducted at University of Cuiabá, between 01/18/2018 and 02/22/2018. A completely randomized design was adopted with five treatments and five replications. The treatments correspond to five times of soil solarization, namely: control (no solarization), solarization for 7 days, 14 days, 21 days and 28 days. The results showed that the solarisation can be applied to the weeds removal. The effects are varied and depend on the solarization time and plant species. Soil Solarization for 14 days showed over 90% reduction of mass production *Cyperus rotundus* dry matter and solarization for 28 days showed a reduction of approximately 70% by weight of dry matter production of *Chamaesyce hirta*. The effects are varied and depend on the solarization time and plant species. Soil Solarization for 14 days showed over 90% reduction of mass production *Cyperus rotundus* dry matter and solarization for 28 days showed a reduction of approximately 70% by weight of dry matter production of *Chamaesyce hirta*. The effects are varied and depend on the solarization time and plant species. Soil Solarization for 14 days showed over 90% reduction of mass production *Cyperus rotundus* dry matter and solarization for 28 days showed a reduction of approximately 70% by weight of dry matter production of *Chamaesyce hirta*.*

Keywords: Solarization. *Cyperus Rotundus*. *Chamaesyce Hirta*. Alternative Control

1 Introdução

Ao longo dos anos, observou-se expressivo aumento do número de produtores de produtos orgânicos registrados no Brasil. Entre os anos de 2012 e 2019, o crescimento foi de aproximadamente 200% (BRASIL, 2019; RODRIGUES *et al*, 2019). Dados do Cadastro Nacional de Produtores Orgânicos-CNPO, do Ministério da Agricultura, indicam que hoje o país possui mais de 21 mil produtores registrados, os quais estão vinculados a aproximadamente 455 entidades certificadoras. Este crescimento do número de produtores resulta de mudanças nos padrões de exigência dos consumidores, que esclarecidos por resultados de pesquisas, buscam por alimentos livres de resíduos de agrotóxicos e que apresentem menores riscos à

saúde e ao meio ambiente (SILVA *et al.*, 2015; SILVA *et al.*, 2018).

Dentro deste contexto, desde 2003, Governo Federal por meio da Lei nº 10.831/03, estabelece entre outras normas, que a produção orgânica deve ofertar produtos isentos de contaminantes e que preservem a qualidade do solo, da água e do ar, reduzindo as formas de contaminação desses elementos pelas práticas agrícolas (BRASIL, 2003).

No entanto, apesar do cenário favorável e dos aspectos regulatórios bem definidos, o método orgânico de produção de alimentos ainda possui grandes gargalos no que se refere às informações acerca de práticas alternativas de organismos indesejados, entre os quais se destacam as plantas daninhas

(COSTA *et al.*, 2018; SHIMADA *et al.*, 2018).

Segundo Costa *et al.* (2018), existem herbicidas naturais que poderiam ser empregados como alternativa aos herbicidas sintéticos não permitidos por lei, mas tais produtos não apresentam seletividade e a ausência de informações sobre o impacto ambientais destes produtos também é preocupante. Outro aspecto é que o controle mecânico por meio de capinas, ainda empregado pela maioria dos produtores de alimentos orgânicos, é uma técnica de resultados insatisfatórios para plantas daninhas como a tiririca (*Cyperus rotundus*), por exemplo (DURIGAN *et al.*, 2005; SANTOS *et al.*, 2018).

Dessa forma, alguns autores, em busca de métodos alternativos, têm recomendado a solarização do solo como uma prática importante para o controle de plantas daninhas (KATAN, 1981; NAVARRO *et al.*, 1991). Para Sedyama *et al.* (2015), a solarização é um método capaz de promover a inativação de estruturas e sementes de plantas daninhas presentes em substratos para produção de mudas. O aquecimento do solo é capaz de afetar o crescimento do embrião e estabelecimento de plântulas de diversas espécies (MATHEUS; LOPES, 2009).

Do ponto de vista fisiológico, o aquecimento provoca danos oxidativos à semente em nível celular nas sementes presentes no solo, incluindo danos aos cloroplastos, mitocôndrias, membrana plasmática, peroxissomos, parede celular e apoplasto (MATOS *et al.*, 2015).

A germinação das sementes de muitas espécies tropicais é gravemente prejudicada quando o solo atinge altas temperaturas (CASTRO; VIEIRA, 2001). Observa-se relatos de diversos autores sobre a interferência direta da temperatura do solo sobre a dormência, germinação e emergência de espécies como capim-arroz (*Echinochloa crus-galli*), Buva (*Conyza sumatrensis*) e Caruru (*Amaranthus quitensis*) (MACHADO NETO *et al.*, 2006; VIVIAN *et al.*, 2008;

BASTIANI *et al.*, 2015).

Tendo em vista a necessidade de métodos alternativos para o controle de plantas daninhas e os efeitos da temperatura do solo sobre diversas espécies vegetais, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da solarização de solo agrícola sobre e emergência de desenvolvimento inicial de Capim Amargoso (*Digitaria insularis*), Tiririca (*Cyperus rotundus*), Quebra-pedra (*Phyllanthus niruri*) e Erva de Santa Luzia (*Chamaesyce hirta*).

2 Material e Métodos

O experimento foi realizado no período de janeiro a fevereiro de 2018, em área experimental e ambiente protegido da Universidade de Cuiabá, localizada no município de Cuiabá/MT, a 15° 37' 27.46" S e 56° 5' 13.8" W e a 160 m de altitude. Segundo Miranda e Amorim (2000), a região é denominada Depressão Cuiabana e o clima, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Aw ou Tropical de Savana, com períodos distintos de secas e chuvas. A temperatura média anual se situa em torno de 26°C, e a precipitação de 1.360 mm. Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos: sem solarização (Testemunha-T0); Solarização do solo por período de 7 dias (T1); Solarização do solo por período de 14 dias (T2); Solarização do solo por período de 21 dias (T3) e Solarização do solo por período de 28 dias (T4). Cada um dos tratamentos foi instalado com cinco repetições, sendo cada parcela representada por um vaso com 3 kg de solo, totalizando 25 parcelas.

O solo utilizado no experimento foi coletado na área de cultivo do curso de Agronomia, da Universidade de Cuiabá - Campus Beira Rio, o qual possuía histórico de não aplicação de herbicidas nos últimos cinco anos anteriores à coleta. Os resultados de análise de solo da área estão expressos no Quadro 1.

Quadro 1 - Resultados da análise química e física do solo da área experimental, realizada antes da instalação do experimento. Santo Antônio de Leverger/MT. Fevereiro, 2012

pH		P	K	Ca + Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	M.O.	Areia	Silte	Argila	V
H ₂ O	CaCl ₂	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³					g dm ⁻³	g kg ⁻¹		%	
5,7	5,0	13,7	0,1	3,4	2,7	0,7	-	0,9	29,5	705	67	228	78

Fonte: Dados da pesquisa.

Da referida área foram separados 90 m² para a coleta do solo e implantação da etapa de solarização. Em seguida, nesta área, com auxílio de uma pá de corte, realizou-se a amostragem de solo 20 kg de solo em 40 pontos aleatórios, da camada de 0-10 cm do solo, totalizando a coleta de 800 kg de solo.

Todas as amostras coletadas foram misturadas e homogeneizadas manualmente sobre uma lona plástica, até a obtenção de uma massa única e uniforme. Em seguida, o solo foi fracionado e acondicionado em 25 sacolas plásticas de 100 L, com espessura de 150 micras e cor preta. Em cada uma das sacolas, foram adicionados 30 kg de solo, previamente pesado

e identificado, conforme os tratamentos e repetições previstos. As sacolas correspondentes aos tratamentos 1, 2, 3 e 4 foram lacradas com fita adesiva e depositadas aleatoriamente, distantes 3 m uma da outra, na mesma área da qual o solo havia sido retirado inicialmente. As sacolas correspondentes ao tratamento testemunha (T0) também foram depositadas na mesma área dos demais tratamentos, mas foram mantidas abertas para simular a condição ambiente de aquecimento do solo. Então, iniciou-se a contagem do período de solarização, assegurando-se em manter o ambiente sem sombreamento.

Após o início da solarização, diariamente, às 8h, 10h, 12h,

14h, 16h e às 18h realizou-se a coleta de dados de temperatura do solo, no interior das sacolas dos tratamentos em solarização e naquelas do tratamento testemunha. Para isso, utilizou-se um termômetro digital de solo, tipo espeto, o qual durante as medições foi inserido a 5 cm de profundidade em cada uma das sacolas.

Tendo decorrido o tempo de solarização programado para cada tratamento, as sacolas foram abertas e, de cada uma dessas, separadamente, retirou-se uma fração de 3 kg de solo para acondicionamento em vasos plásticos com capacidade de 3,4 kg. Tais vasos serviram para avaliação da emergência e produção de massa de matéria seca de plantas daninhas em ambiente protegido.

Logo após o acondicionamento do último tratamento solarizado (T4) em vasos plásticos, o tratamento testemunha (T0) também teve uma fração retirada para acondicionamento em vaso, seguindo os mesmos padrões de vasos e quantidades dos demais tratamentos. Todos os tratamentos foram dispostos em vasos e permaneceram em ambiente protegido por 28 dias, recebendo duas regas diárias até capacidade de campo do solo. Com isso, buscou-se assegurar a germinação e emergência das plantas daninhas presentes no solo de cada tratamento e respectiva repetição. Transcorridos 28 dias em ambiente protegido, realizou-se a identificação e separação das espécies de plantas daninhas presentes em cada parcela dos tratamentos. E, após isso, as plantas foram acondicionadas em sacolas de papel, previamente identificadas, e levadas para secagem em estufa a 70 °C por 24 horas. Após a secagem, obteve-se a massa de matéria seca em gramas (g), segundo os tratamentos e espécies.

Os dados de temperatura foram submetidos à análise de variância e ao teste F e quando constatados efeitos significativos de tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5%. Os dados de produção de massa de matéria seca das plantas foram submetidos à análise de regressão. Para a realização das análises de dados se usou o programa SISVAR (FERREIRA, 2010).

3 Resultados e Discussão

Por meio da análise dos dados de temperatura, observou-se significativa diferença na amplitude térmica e na temperatura máxima atingida no solo dos tratamentos. As amplitudes térmicas observadas em todos os tratamentos em solarização foram maiores que aquela observada no solo sem solarização (T0). Isso demonstrou que o acondicionamento do solo em sacolas plásticas pretas elevou significativamente a diferença entre a menor e a maior temperatura do Sol, durante o dia. Em média, os tratamentos com solarização apresentaram valores de amplitude térmica 51% acima do tratamento testemunha (Quadro 2).

Quadro 2 – Amplitude térmica e temperatura máxima do solo submetido à solarização, na cidade de Cuiabá/MT, 2018

Tratamento	Amplitude Térmica (°C)	Temperatura Máxima (°C)
T0	11,03 a	38,54 a
T1	17,45 b	44,54 b
T2	16,81 b	43,90 b
T3	16,36 b	42,72 b
T4	16,00 b	43,36 b
Média	15,53	42,61
CV (%)	19,31	9,06

CV = Coeficiente de variação. Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0.05$).

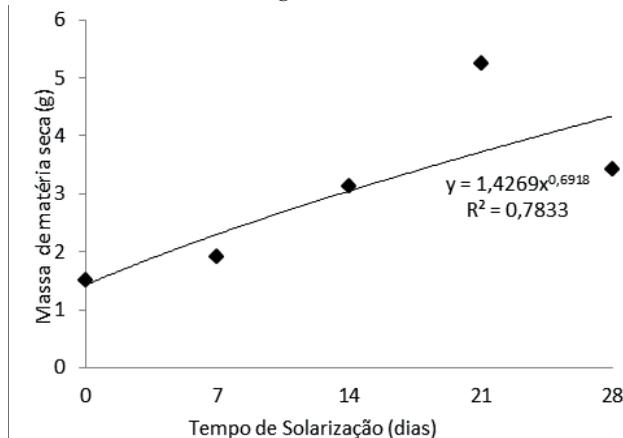
Fonte: Dados da pesquisa

A análise dos dados de temperatura também evidenciou diferenças significativas entre as temperaturas máximas do solo observadas para os tratamentos em solarização e aquela observada no solo do tratamento sem solarização (T0). Em média, os tratamentos em solarização apresentaram a temperatura máxima 5 °C acima daquela observada no tratamento T0 (Quadro 2). Estes resultados de temperatura e amplitude térmica do solo são importantes, tendo em vista que as diferenças de amplitude térmica entre 1 e 3 °C, interferem de forma significativa na emergência de plantas daninhas (ABOUZIENA; HAGGAG, 2016).

Durante a realização do experimento, as principais espécies identificadas nos tratamentos foram Capim Amargoso (*Digitaria insularis*), Tiririca (*Cyperus rotundus*), Quebra-pedra (*Phyllanthus niruri*) e Erva de Santa Luzia (*Chamaesyce hirta*), as quais corresponderam a 98% das espécies emergidas e identificadas. Por meio da análise dos dados, observou-se que o tempo de solarização do solo, resultou em efeito particular sobre o crescimento de plantas daninhas, a depender da espécie.

De acordo com os resultados, a solarização não foi eficiente para o controle de Capim Amargoso, ocorrendo aumento da produção de massa de matéria seca ao longo do tempo de solarização (Figuras 1). Tal resultado, por outro lado, diverge do relatado por outros autores, quando mencionam de forma genérica que a solarização é capaz de causar a morte de sementes de plantas daninhas (FONTES *et al.*, 2015). Contudo, este resultado não descaracteriza a solarização como método de controle de daninhas, pois o efeito do método pode variar em função da espécie ou até mesmo pela coloração do plástico usado (BARROS *et al.*, 2004).

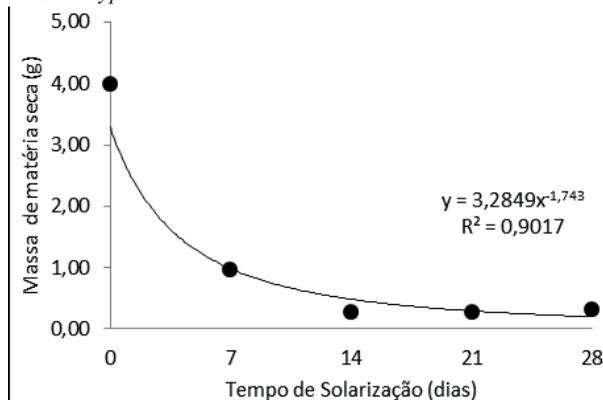
Figura 1 - Relação entre tempo de solarização e produção de massa de matéria seca de *Digitaria insularis*



Fonte: Dados da pesquisa.

Por outro lado, a solarização se mostrou como uma importante alternativa para o controle de tiririca (*Cyperus rotundus*) (Figura 2). Para esta espécie, a redução da produção da massa de matéria seca ocorreu já a partir dos 7 dias de tratamento, com redução acima de 90% da produção de massa de matéria seca, aos 14 dias de solarização (Figura 2). No entanto, apesar disso, há outros resultados de pesquisa que mencionam controle menos eficiente para o banco de sementes e mesmo para o controle de *Cyperus rotundus*, quando comparado ao de controle de propágulos vegetativos no solo (VARNER; MCSORLEY, 2012; MAIA JUNIOR *et al.*, 2018).

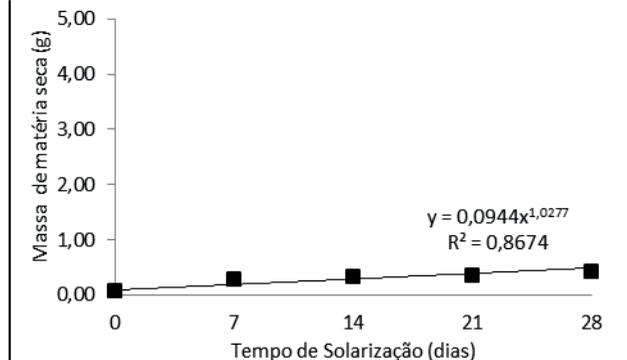
Figura 2 - Relação entre tempo de solarização e massa de matéria seca de *Cyperus rotundus*



Fonte: Dados da pesquisa.

A avaliação do efeito do tempo de solarização para o controle de Quebra pedra (*Phyllanthus niruri*) demonstrou que o tempo de solarização provocou crescimento da produção de massa de matéria seca desta espécie (Figura 3). No entanto, não se pode dizer que este resultado seja definitivo, tendo em vista que outros autores citam 80% de controle de *Phyllanthus niruri* através da solarização do solo (SING *et al.*, 2004).

Figura 3 - Relação entre tempo de solarização e massa de matéria seca de *Phyllanthus niruri*

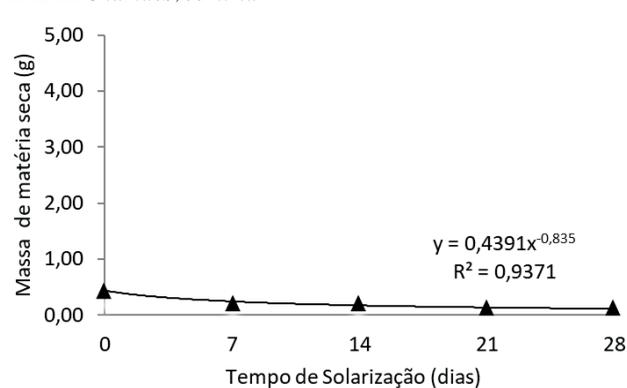


Fonte: Dados da pesquisa.

Apesar de ainda serem necessários outros estudos, provavelmente, o aumento da massa de matéria seca de *Phyllanthus niruri* esteja ligado a processos intrínsecos à dormência da espécie, os quais poderiam ser positivamente afetados pelo aquecimento do solo.

A redução da massa de matéria seca de Erva de Santa Luzia (*Chamaesyce hirta*) evidenciou efeito do aquecimento do solo na supressão da espécie. Observou-se, neste caso, uma redução acima de 70% na massa de matéria seca aos 28 dias de solarização, quando comparado ao solo não solarizado (Figura 4). Tal resultado, provavelmente, está associado ao efeito do aquecimento do solo na viabilidade das sementes da espécie, presentes no banco de sementes do solo.

Figura 4 - Relação entre tempo de solarização e massa de matéria seca de *Chamaesyce hirta*



Fonte: Dados da pesquisa.

Para Abouziena *et al.* (2016), o aumento do calor do solo nos solos submetidos a solarização é capaz de provocar danos à estrutura das sementes, quebra de dormência e, conseqüentemente, morte de plântulas das sementes germinadas. Além disso, o aquecimento do solo é capaz de afetar o crescimento do embrião e estabelecimento de plântulas de diversas espécies (MATHEUS; LOPES, 2009), prejudicando a germinação, emergência e desenvolvimento inicial.

4 Conclusão

A solarização pode ser aplicada à supressão de plantas daninhas, sendo os efeitos variados, dependendo do tempo

de solarização e da espécie. De acordo com este trabalho, o emprego da solarização do solo reduziu a massa de matéria seca das espécies de plantas daninhas *Cyperus rotundus* e *Chamaesyce hirta*.

Referências

- ABOUZIENA, H.F.; HAGGAG, W.M. Weed control in clean agriculture: a review. *Planta Daninha*, v.34, n.2, p.377-392, 2016.
- BASTIANI, M.O. *et al.* Germinação de sementes de capim-arroz submetidas a condições de luz e temperatura. *Planta Daninha*, v.33, n.3, p.395-404, 2015.
- BARROS, B.C. *et al.* Solarização do solo com filmes plásticos com e sem aditivo estabilizador de luz ultravioleta. *Horticultura Brasileira*, v.22, n.2, p.253-259, 2004.
- BRASIL (2003). Lei n 10.831 - dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências. Disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.831.htm.
- CASTRO, P.R.C.; VIEIRA, E.L. *Aplicações de reguladores vegetais na agricultura tropical*. Guaíba: Agropecuária, 2001. 132 p.
- COSTA, N.V. *et al.* Métodos de controle de plantas daninhas em sistemas orgânicos: breve revisão. *Rev. Bras. Herbicidas*, v.17, n.1, p.25-44, 2018.
- SILVA SANTOS, N.C.; ARAÚJO, J.F. Produção orgânica em petrolina-pe e em juazeiro-ba na perspectiva dos consumidores da região. *Rev. Ouricuri*, v.7, n.2, p.31-44, 2018.
- DURIGAN, J.C.; CORREIA, N.M.; TIMOSSI, P.C. Estádios de desenvolvimento e vias de contato e absorção dos herbicidas na inviabilização de tubérculos de *Cyperus rotundus*. *Planta Daninha*, v.23, n.4, p.621-626, 2005 .
- FERREIRA, D. F. Sisvar: versão 5.3. Lavras: UFLA, 2010.
- FONTES, J.R.A. *et al.* Manejo integrado de plantas daninhas. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003.
- KATAN, J. Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. *Ann. Rev. Phytopathol.*, v.19, p.311-236, 1981.
- MACHADO NETO, N. B. *et al.* Efeitos da temperatura na germinação de sementes em culturas de feijões comuns (*Phaseolus vulgaris* L.). *Acta Scie. Agronomy*, v.28, n.2, p.155-164, 2006.
- MAIA JUNIOR, O.S. *et al.* Soil management and mulching for weed control in cowpea. *Pesq. Agropec. Trop.*, v.48, n.4, p.453-460, 2018.
- MATHEUS, M.T.; LOPES, J.C. Temperaturas cardinais para a germinação de sementes de *Erythrina variegata* L. *Rev. Bras. Sementes*, v.31, n.3, p.115-122, 2009.
- MATOS, A.C.B.; BORGES, E.E.L.; SILVA, L.J. Physiology of seed germination of *Dalbergia nigra* (Vell.) Allemão ex Benth. under different temperatures and exposure times. *Rev. Árvore*, v.39, n.1, p.115-125, 2015.
- MIRANDA, L.; AMORIM, L. Mato Grosso: atlas geográficos. Cuiabá: Entrelinhas, 2000.
- NAVARRO, J.R. *et al.* Efecto de la solarización del suelo sobre la población de malezas y del hongo *Rhizoctonia solani* durante la estación pluviosa en Alajuela. *Turrialba*, v.15, p.93-98, 1991.
- RODRIGUES, B.A.; BITTENCOURT, J.V.M.; MACEDO, L.M.. Canais de comercialização para os alimentos orgânicos: um estudo no Sul do Brasil. *Cad. Ciênc. Tecnol.*, v.36, n.2, p.26441, 2019.
- SANTOS, W. H. *et al.* Quantificação de depósitos e determinação de área foliar para tiririca. *Cultura Agron. Rev. Ciênc. Agron.*, v.7, n.1, p.1-11, 2018.
- SEDIYAMA, M.A.N.; DOS SANTOS, I.C.; DE LIMA, P.C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. *Ceres*, v.61, n.7, 2015.
- SHIMADA, W.K. *et al.* A agricultura familiar rumo à produção orgânica. *Rev. Agro. Meio Amb.*, v.11, n.3, p.719-739, 2018.
- SILVA, E. *et al.* Impact of marketing channels on perceptions of quality of life and profitability for Wisconsin's organic vegetable farmers. *Renew. Agricul. Food Syst.*, v.30, p.428-438, 2015.
- SINGH, V.P. *et al.* Effect of period of soil solarization and weed-control measures on weed growth and productivity of soybean (*Glycine max*). *Ind. J. Weed Sci.*, v.6, p.324-328, 2004.
- VARNER, R.S.; MCSORLEY, R. Weed population dynamics after summer solarization. In: PROCEEDINGS OF THE FLORIDA STATE HORTICULTURAL Society. *Florida State Horticultural Society*, p.201-206, 2012.
- VIVIAN, R.A.A. *et al.* Weed seed dormancy as a survival mechanism: brief review. *Planta Daninha*, v.26, n.3, p.695-706, 2008.