

# Controle de Plantas Daninhas

Métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia

Maurílio Fernandes de Oliveira  
e Alexandre Magno Brighenti



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Milho e Sorgo  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# ***Controle de Plantas Daninhas***

***Métodos físico, mecânico, cultural,  
biológico e alelopatia***

***Maurílio Fernandes de Oliveira  
Alexandre Magno Brighenti  
Editores Técnicos***

***Embrapa  
Brasília, DF  
2018***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Milho e Sorgo**

Rod. MG 424 Km 45

Caixa Postal 151

35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027-1207 / 3027-1100

www.embrapa.br

www.embrapa.br/fale-conosco/sac

**Unidade responsável pelo conteúdo e edição**

Embrapa Milho e Sorgo

Comitê de Publicações

Presidente

*Sidney Netto Parentoni*

*Secretário-Executivo*

*Elena Charlotte Landau*

Membros

*Antonio Claudio da Silva Barros, Cynthia Maria Borges Damasceno, Maria Lúcia Ferreira*

*Simeone, Roberto dos Santos Trindade, Rosângela Lacerda de Castro*

Revisão de texto: *Antonio Claudio da Silva Barros*

Normalização bibliográfica: *Rosângela Lacerda de Castro*

Editoração eletrônica: *André Augusto Leão Diniz*

Fotos da capa: *Hector Nicolucci, Marcos Roberto da Silva, Alexandre Magno Brighenti, Kátia de Lima Nechet, Francisco Skora Neto*

**1ª edição**

1ª impressão (2018) 1.000 exemplares

**Todos os direitos reservados.**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

Embrapa Milho e Sorgo

---

Controle de Plantas Daninhas: Métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia / Maurílio Fernandes de Oliveira, Alexandre Magno Brighenti, editores técnicos. – Brasília, DF: Embrapa, 2018. 196 p. : il. color; 16 cm x 22 cm.

ISBN 978-85-7035-851-6

1. Planta daninha. 2. Manejo integrado. 3. Agricultura orgânica. 4. Agroecologia. I. Brighenti, Alexandre Magno. II. Embrapa Milho e Sorgo. III. Título.

CDD (21.ed.)

## Solarização do solo e controle de plantas daninhas

José Roberto Antoniol Fontes

A Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO) prevê uma população de 9 bilhões de pessoas vivendo no Mundo em 2050, urbanizada e com maior poder aquisitivo do que o padrão atual. A urbanização vem e continuará ocupando áreas economicamente muito valorizadas, hoje destinadas à produção agropecuária e localizadas nas adjacências dos centros urbanos (agricultura periurbana ou “cinturão” verde). Essas características imporão uma mudança significativa nos padrões de consumo de alimentos e de bens e serviços relacionados à agricultura. Apenas a produção de alimentos de origem vegetal, hoje estimada em cerca de 8 bilhões de toneladas ao ano, deverá atingir a marca de 12,8 bilhões de toneladas para atender o consumo (FAO, 2013). Decorrente da evolução tecnológica vivenciada nas últimas décadas na agricultura permitiu aumentar a produção agropecuária em taxas surpreendentes, com aumento de produtividade, redução da força de trabalho por unidade de alimento produzida e, mais recentemente, menor necessidade de incorporação de áreas novas e redução de desmatamento (Balbinot Jr. et al., 2009;).

Um dos avanços tecnológicos que mais favoreceram o trabalho e a rentabilidade no meio rural foi o emprego de herbicidas para controle de plantas daninhas em culturas anuais, perenes e pastagens, em todos os estratos sócio-econômicos de produção agropecuária (Gianessi & Williams, 2011 a; Gianessi & Williams, 2011 b; Price & Kelton, 2011; Gianessi, 2013). Porém, o uso de herbicidas, e de demais agrotóxicos, tem promovido debates a respeito de impactos em compartimentos ambientais como águas superficiais e subterrâneas, em organismos não-alvos (Moore et al., 2001; Geng et al., 2013) e na saúde humana (Pedlowski et al., 2012). Além disso, a utilização crescente dos herbicidas tem provocado aumento número de casos de biótipos de plantas daninhas resistentes, fato que tem preocupado produtores e técnicos em razão do número limitado de mecanismos de ação de herbicidas disponíveis no mercado para o controle de plantas daninhas (Pannacci & Tei, 2014). Em razão destas preocupações a sociedade vem adotando uma postura mais crítica em relação à maneira como os alimentos vêm sendo produzidos, cobrando das cadeias produtivas e de comercialização maior rigor na observância dos preceitos da produção agropecuária baseada

em boas práticas agrícolas (Batish et al., 2008).

Nos sistemas de produção agrícola que adotam a redução/eliminação do uso de herbicidas ou no caso daqueles onde as culturas têm pouco ou nenhum suporte fitossanitário (em sua maioria hortaliças) as plantas daninhas são consideradas a principal ameaça à produção economicamente sustentável (Ricci et al., 2006; Uchino et al., 2009; Pannacci & Tei, 2014).

Nas áreas agrícolas as comunidades daninhas são formadas pela flora emergida e pelas sementes e propágulos vegetativos viáveis existentes no solo. Estes últimos são organismos vivos e metabolicamente ativos, considerados a fonte primária de infestação das áreas agrícolas, porém, a maioria desses propágulos (sobretudo as sementes) permanece nessa forma mesmo quando as condições são favoráveis à germinação (dormência) (Ghersa & Martínez-Ghersa, 2000), situação que torna a maioria das estratégias de controle ineficazes contra as plantas daninhas ao longo do tempo (Batlla & Benech-Arnold, 2007). Deve-se considerar ainda que a germinação de sementes de plantas daninhas é um processo complexo que depende da interação de muitos fatores relacionados às espécies (níveis de hormônios, estágio de maturação, condições sanitárias) e ao ambiente (temperatura, umidade e níveis de oxigênio no solo) (Travlos et al., 2009; Martins et al., 2010).

Durante muito tempo a ação mais utilizada para controle eficiente de organismos de solo prejudiciais às plantas cultivadas foi a fumigação com brometo de metila, mas o seu uso foi banido em vários países do mundo e obrigou agricultores e pesquisadores a desenvolver e avaliar outras estratégias de controle para controle de pragas de solo, entre elas a solarização (Webster, 2003).

Dos métodos de controle de plantas daninhas empregados na agricultura a solarização é considerada uma das estratégias de eficácia mais elevada, aproveitando a radiação solar abundante para promover elevação passiva de temperatura da camada mais superficial do solo a níveis letais para as sementes ou estruturas de reprodução vegetativas dessas plantas, dormentes ou não (Johnson III et al, 2007; Candido et al., 2011). Katan et al. (1976) relataram que a técnica começou a ser utilizada em Israel, adotada por agricultores e recomendada por extensionistas no norte desse país para controlar patógenos de solo durante a época mais quente do ano.

O aquecimento do solo é resultante da passagem de radiação de ondas curtas através de filmes plásticos transparentes colocados sobre a

superfície do solo que aquecem a água e as partículas do solo por processo convectivo, com emissão de radiação de ondas longas que não atravessam o plástico em sentido contrário (Egley, 1990; Ham & Kluitenberg, 1994). O seu modo de ação é complexo, envolvendo ação direta da temperatura na destruição de tecidos dos propágulos (danos às membranas celulares, atividade de enzimas e no metabolismo de proteínas), indução da superação da dormência das sementes e danos às plântulas (Singla et al., 1997; Cohen et al., 2008), além de possíveis causas indiretas, uma delas é a formação de fissuras e pontuações no tegumento das sementes, que permite a ação de patógenos, e assim provocar infecção e morte das mesmas (Halloin, 1983; Kremer, 1986) e formação de compostos tóxicos voláteis que se acumulam sob o filme plástico que provocam injúrias nos propágulos de plantas daninhas (Gamliel & Stapleton, 1993). Nos solos submetidos à solarização são registradas concentrações muito elevadas de dióxido de carbono (Kuva et al., 1995; Marengo & Lustosa, 2000), fator que pode induzir dormência nas sementes de certas espécies daninhas e redução da emergência de plântulas (Mayer & Poljakoff-Mayber, 1989).

Embora a solarização seja considerada uma excelente estratégia de controle de plantas daninhas, a sua eficácia está relacionada a alguns fatores. O primeiro é a suscetibilidade diferenciada das espécies daninhas à solarização, algumas suscetíveis, outras tolerantes, algumas insensíveis e outras estimuladas (Linke, 1994; Marengo & Lustosa, 2000; Webster, 2003; Candido et al., 2011). O segundo diz respeito às características climáticas (insolação diária e acumulada) nos períodos que antecedem a utilização de áreas para o plantio, sobretudo a cobertura de nuvens (Peachey et al., 2001). O terceiro, o aquecimento da camada de solo não é uniforme, havendo variação de temperatura nos sentidos horizontal e vertical, decorrentes das diferenças entre os materiais utilizados para a fabricação dos filmes plásticos e dos conteúdos de água e de matéria orgânica do solo, de sua textura e concentração dos gases difundidos na sua matriz (Al-Kayssi, 2009; Candido et al., 2011). O quarto, o aumento de temperatura que provoca a morte dos propágulos de plantas daninhas fica restrito à camada mais superficial do solo (Ricci et al., 2006; Kumar et al., 2012), com pouca efetividade nas estruturas reprodutivas localizadas em camadas abaixo dessa profundidade (Travlos et al., 2009). Por fim, o quinto fator é o revolvimento do solo após a solarização que pode anular o efeito do aumento de temperatura devido à redistribuição das estruturas reprodutivas das espécies daninhas no solo tratado (Peachey et

al., 2001).

Em um amplo estudo sobre a suscetibilidade de plantas daninhas à solarização, Linke (1994) avaliou a influência da solarização no controle de 57 espécies daninhas em cultivos de lentilha (*Lens culinaris*) e de feijão-fava (*Vicia faba*). O solo foi revolvido com arado de discos e grade niveladora, irrigado e em seguida solarizado (filme de polietileno transparente de 180 µm) por 50 dias, o que promoveu aumento de temperatura para 57 °C na camada de solo até 5 cm. Quarenta e seis espécies anuais (entre elas *Amaranthus retroflexus*, *Sinapis arvensis* e *Tribulus terrestris*) foram consideradas altamente suscetíveis, muitas atingindo nível máximo de controle. Outras espécies, com características biológicas variadas, tiveram as populações aumentadas após a solarização, evidenciando que os seus propágulos receberam estímulo à germinação e emergência após a ação dessa estratégia de controle. Essas espécies foram *Bunium elegans* (anual com reprodução por sementes), *Cornilla scorpioides* (perene com reprodução por sementes), *Geranium tuberosum* (perene com reprodução por sementes e tubérculos), *Muscari racemosum* (perene de caule bulboso e com reprodução por sementes) e *Scorpiurus muricatus* (anual com reprodução por sementes). Segundo o autor, o aumento de temperatura decorrente da solarização promoveu quebra de dormência imposta por tegumento das sementes (impermeabilidade à água). Outras espécies foram consideradas indiferentes à solarização: *Aristolochia maurorum*, *Bellevalia* sp., *Gladiolus aleppicus*, *Leontice leontopetalum* e *Ornithogalum narborensense*. Em geral, as espécies suscetíveis à solarização tinham reprodução por sementes, e as tolerantes e indiferentes, reprodução vegetativa e, ou órgãos subterrâneos bem desenvolvidos (raízes e tubérculos).

Bettiol et al. (1994) promoveram a solarização do solo para avaliar o controle de patógenos de solo (*Pythium*) e de plantas daninhas na cultura do crisântemo (*Chrysanthemum* sp.). A cobertura foi realizada com filme de polietileno transparente de 35 µm por um período de 60 dias, ao fim do qual o solo foi revolvido para o plantio das mudas. Nas camadas de solo de 0 até 10 e de 10 até 20 cm submetidas à solarização as temperaturas foram 10°C e 5°C superiores àquelas registradas nas mesmas camadas não solarizadas, respectivamente, o que permitiu reduzir o crescimento de plantas daninhas imposta de 81% em relação ao solo mantido sem cobertura.

Kuva et al. (1995) investigaram a influência da solarização no controle de *C. rotundus* por meio da interação em períodos de 15, 30 ou 60 dias e nas fases de desenvolvimento vegetativo ou de florescimento. A cobertura do solo

com filme plástico transparente (300  $\mu\text{m}$ ) possibilitou elevar a temperatura média do solo em 4,3°C acima do solo nu, com registros acima de 50°C nos momentos de maior insolação. A solarização reduziu a massa seca de plantas, a viabilidade e a multiplicação de tubérculos, sobretudo durante a fase vegetativa e no maior período de solarização, evidenciando maior suscetibilidade da espécie nesta fase do desenvolvimento.

Marengo e Lustosa (2000) investigaram o controle de plantas daninhas com solarização em cultivo de cenoura (*Daucus carota*), onde foram empregados filmes de polietileno transparente de 100 e 150  $\mu\text{m}$  por 63 dias. O solo foi arado e irrigado até atingir a capacidade de campo, sendo coberto logo em seguida com os filmes plásticos. Durante a solarização a temperatura da camada de solo até 5 cm de profundidade atingiu 52°C, 10°C acima do solo sem cobertura. Aos trinta dias após a retirada da cobertura plástica os autores constataram redução de massa seca e de densidade das espécies *Chamaecrista nictans*, *Marsypianthes chamaedrys*, *Cyperus spp.*; *Mollugo verticillata*, *Sebastiania corniculata*, *Spigelia anthelmia* e *Mitracarpus sp.* As plantas daninhas *Panicum hirtum*, *Croton lobatus*, *Indigofera hirsuta*, *Phyllanthus amarus* e *Eragrostis ciliaris* foram tolerantes. O número e a massa de *Commelina benghalensis* foi estimulada pelo aquecimento do solo.

Ricci et al. (2000) empregaram a solarização (filme plástico transparente de 50  $\mu\text{m}$ ) durante 210 dias para controle de *C. rotundus* em cultivos orgânicos de beterraba (*Beta vulgaris*), cenoura (*Daucus carota*), feijão-vagem (*Phaseolus vulgaris*) e repolho (*Brassica oleracea* var. *capitata*), e obtiveram nível de controle de 99,7% (redução de 964 para 2,4 plantas de tiririca/m<sup>2</sup>) após a retirada da cobertura plástica. Durante a solarização a temperatura média do solo na camada até 10 cm de profundidade atingiu 49,7°C, enquanto no solo não solarizado não passou de 40,74°C. Ao longo do período de cultivo das hortaliças verificou-se que a solarização reduziu a reinfestação do solo por plantas de *C. rotundus* em cerca de 60%, com 473 plantas/m<sup>2</sup> nos canteiros solarizados contra 1.151 naqueles que não receberam esse tratamento. A solarização resultou em aumento de produtividade das culturas, efeito da redução da interferência da planta daninha, mas também decorrente das melhorias no ambiente de cultivo como o controle de patógenos de solo, estimulação da atividade de microrganismos benéficos e aumento da disponibilidade de alguns nutrientes (N, Ca e Mg) para as plantas.

Webster (2003) expôs tubérculos pré-germinados de *Cyperus*

*esculentus* e de *Cyperus rotundus* a ambientes com temperaturas elevadas e constantes durante períodos crescentes para avaliar a brotação e formação de novos tubérculos a partir dos tubérculos-mãe. Quando submetidos à temperatura de 50°C por 64 h ocorreu inibição total da brotação e da formação de tubérculos de *C. rotundus*, ao passo que para *C. esculentus* esse período foi reduzido para 16 h, evidenciando suscetibilidade diferenciada entre as espécies. Embora nas condições de cultivo os tubérculos estejam em sua maioria dormentes, a implementação de operações que estimulem a brotação dos tubérculos como revolvimento do solo (Jakelaitis et al., 2003) poderá torna-los mais suscetíveis ao calor produzido pela solarização.

Em um trabalho conduzido em condição de cultivo protegido Mauromicale et al. (2005) avaliaram o emprego da solarização para controle da planta daninha parasita *Orobanche ramosa* (espécie cuja maior parte de seu ciclo de vida ocorre abaixo da superfície do solo, portanto, pouco suscetível às estratégias tradicionais de controle) em cultura de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*). A solarização (filme de polietileno transparente de 30 µm) foi aplicada durante 60 dias em solo preparado e com umidade na capacidade de campo, resultando em aumento de temperatura na camada do solo de 0-5 cm até 55° C (10° C a mais em relação ao solo não-solarizado). A solarização impediu a emergência de plantas, a formação de haustórios e de tubérculos das plantas daninhas associados às raízes das plantas da cultura, mortalidade de 95% das sementes viáveis e indução de dormência secundária nos 5% restantes. O controle de *Orobanche ramosa* com a solarização proporcionou condições ótimas de crescimento e desenvolvimento do tomateiro, resultando em aumento do número de frutos por planta (68 contra 29), do peso médio de fruto (95 g contra 72 g) e da produtividade (6,2 kg/planta contra 2,1 kg/planta).

Ricci et al. (2006) avaliaram a influência da solarização (filme de polietileno transparente de 50 µm) para controle de *C. rotundus* em cultivo orgânico de cenoura. O solo foi preparado com enxada rotativa e em seguida irrigado e coberto com o plástico. Aos 30 e 60 dias após a cobertura o solo foi revolvido manualmente com enxada e novamente coberto até completar 100 dias, momento no qual foi estimado o número de tubérculos de *C. rotundus* viáveis, com perda de viabilidade dos tubérculos de 74%. O número de brotações aos 45 dias após a semeadura da cenoura (reinfestação da área) no solo solarizado foi 86 menor do que o valor observado no solo manejado sem solarização.

Dahlquist et al. (2007) estimaram o tempo necessário para a morte de sementes de seis espécies daninhas (*Amaranthus albus*, *Echinochloa crus-galli*, *Portulaca oleracea*, *Sisymbrium irio*, *Solanum nigrum*, *Sonchus oleraceus*) submetidas ao aquecimento produzido por solarização simulada em laboratório, com temperaturas variando de 39 a 70°C. Em temperaturas acima de 60°C as sementes de todas as espécies foram mortas em período de tempo muito curto (máximo de 3 h para *Portulaca oleracea*, a espécie mais tolerante), e abaixo de 39°C todas as espécies foram muito tolerantes (mais de 672 h para promover a morte de sementes de *Sonchus oleraceus*). Na temperatura de 50°C, comumente relatada em muitos trabalhos levados à termo em condição de campo, a duração do período de aquecimento para promover a morte de todas as sementes apresentou grande variação entre as espécies: 4 h para *Sonchus oleraceus*, 6 h para *Sisymbrium irio*, 9 h para *Echinochloa crus-galli*, 56 h para *Portulaca oleracea*, 71 h para *Solanum nigrum* e 113 h para *Amaranthus albus*. Porém, nenhum programa de manejo propõe adoção de ação cuja eficácia seja a total, e os autores verificaram que para obter nível de controle de 90% o período de exposição ao calor pode ser bem menor, como por exemplo, *Portulaca oleracea*, de 56 h para 19 h (redução de 66%).

Bangarwa et al. (2008) compararam a eficácia de controle de *C. rotundus* em cultivo orgânico de pimentão (*Capsicum annum*) com a adoção de solarização, com filmes de polietileno translúcido (verde) e transparente, controle mecânico com enxada rotativa a cada três semanas e controle manual. A densidade de tubérculos viáveis no solo antes da implantação da cultura era de 910/m<sup>2</sup>, que aumentou para mais de 5.400/m<sup>2</sup> após dois anos na área mantida em pousio, indicando a grande capacidade de propagação da planta daninha, mantendo-se constante quando se empregou o controle manual. A densidade de tubérculos de tamanhos médio (0,26 a 0,50 g/tubérculo) e grande (mais de 0,50 g/tubérculo) manteve-se inalterada ao longo do tempo (110 e 500/m<sup>2</sup>, respectivamente), enquanto a de pequenos (0,10 a 0,25 g) foi drasticamente reduzida pelo manejo com o filme plástico transparente. O uso frequente de enxada rotativa ou o emprego do filme plástico translúcido foram ineficazes no controle de *C. rotundus*.

## Referências

- AL-KAYSSI, A. W. Impact of elevated CO<sub>2</sub> concentrations in the soil on soil solarization efficiency. **Applied Soil Ecology**, v. 43, n. 1, p. 150-158, 2009.
- BALBINOT JR., A. A.; MORAES, A.; VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J. Integração lavoura-pecuária: intensificação do uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, p. 1925-1933, 2009.
- BANGARWA, S. K.; NORSWORTHY, J. K.; JHA, P.; MALIK, M. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) management in an organic production system. **Weed Science**, v. 56, n. 4, p. 606-613, 2008.
- BATISH, D. R.; SINGH, H. P.; KOHLI, R. K.; KAUR, S. Eucalyptus essential oil as a natural pesticide. **Forest Ecology and Management**, v. 256., n. 12, p. 2166-2174, 2008.
- BATLLA, D.; BENECH-ARNOLD, R. L. Predicting changes in dormancy level in weed seed soil banks: implications for weed management. **Crop Protection**, v. 26, p. 189-197, 2007.
- BETTIOL, W.; GHINI, R.; GALVÃO, J. A. H.; ZOCCHI, S. S. Solarização do solo para o controle de Pythium e plantas daninhas em cultura de crisântemo. **Scientia Agricola**, v. 51, n. 3, p. 459-462, 1994.
- CANDIDO, V.; D'ADDABBO, T.; MICCOLIS, V.; CASTRONUOVO, D. Weed control and yield response of soil solarization with different plastic films in lettuce. **Scientia Horticulturae**, v. 130, n. 3, p. 491-497, 2011.
- COHEN, O.; RIOV, J.; KATAN, A.; GAMLIEL, A.; BAR, P. Reducing persistent seed banks of invasive plants by soil solarization – the case of *Acacia saligna*. **Weed Science**, v. 56, n. 6, p. 860-865, 2008.
- DAHLQUIST, R. M.; PRATHER, T. S.; STAPLETON, J. J. Time and temperature requirements for weed seed thermal death. **Weed Science**, v. 55, n. 6, p. 619-625, 2007.
- EGLEY, G. H. High-temperature effects on germination and survival of weed seeds in soil. **Weed Science**, v. 38, n. 4-5, p. 429-435, 1990.
- FAO. **FAO Statistical Yearbook 2013**: world food and agriculture. Rome: Food and Agriculture Organization. 2013 p. 288.
- GAMLIEL, A.; STAPLETON, J. J. Characterization of antifungal volatile compounds evolved from solarized soil amended with cabbage residues. **Phytopathology**, v. 83, n. 9, p. 899-905, 1993.

- GENG, Y.; MA, J.; JIA, R.; XUE, L.; TAO, C.; LI, C.; MA, X.; LIN, Y. Impact of long-term atrazine use on groundwater safety in Lilin Province, China. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 12, n. 2, p. 305-313, 2013.
- GHERSA, C.; MARTÍNEZ-GHERSA, M. A. Ecological correlates of weed seed size and persistence in the soil under different tilling systems: implications for weed management. **Field Crops Research**, v. 67, n. 2, p. 141-148, 2000.
- GIANESSI, L.; WILLIAMS, A. **China's agricultural success: the role of herbicides**. International Pesticide Benefits Case Study No. 1, august 2011. CropLife Foundation. Crop Protection Research Institute. a
- GIANESSI, L.; WILLIAMS, A. **Herbicides enable the replanting of rubber trees on small farms in South Asia**. International Pesticide Benefits Case Study No. 9, august 2011. CropLife Foundation. Crop Protection Research Institute. b
- GIANESSI, L. P. The increasing importance of herbicides in worldwide crop production. **Pest Management Science**, v. 69, n. 10, p. 1099-1105, 2013.
- HALOIN, J. M. Deterioration resistance mechanisms in seeds. **Phytopathology**, v. 73, n. 2, p. 335-339, 1983.
- HAM, J. M.; KLUITENBERG, G. J. Modeling the effect of mulch optical properties and mulch-soil contact resistance on soil heating under plastic mulch culture. **Agriculture and Forest Meteorology**, v. 71, n. 3-4, p. 403-424, 1994.
- JAKELAITIS, A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A.; AGNES, E. L.; MIRANDA, G. V.; MACHADO, A. F. L. Efeitos de sistemas de manejo sobre a população de tiririca. **Planta Daninha**, v. 21, n. 1, p. 89-95, 2003.
- JOHNSON III, W. C.; DAVIS, R. F.; MULLINIX, B. G. An integrated system of summer solarization and fallow tillage for *Cyperus esculentus* and nematode management in southeastern coastal plains. **Crop Protection**, v. 26, p. 1660-1666, 2007.
- KATAN, J.; GREENBERGER, A.; ALON, H.; GRINSTEIN, A. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soil-borne pathogen. **Phytopathology**, v. 66, n. 5, p. 683-688, 1976.
- KREMER, R. J. Antimicrobial activity of velvetleaf (*Abutilon theophrasti*) seeds. **Weed Science**, v. 34, n. 4, p. 617-622, 1986.
- KUMAR, M.; DAS, T. K.; YADURAJU, N. T. An integrated approach for management of *Cyperus rotundus* (purple nutsedge) in soybean-wheat cropping system. **Crop Protection**, v. 33, n. 1, p. 74-81, 2012.

KUVA, M. A.; ALVES, P. L. C. A.; ERASMO, E. L. A. Efeitos da solarização do solo através de plástico transparente sobre o desenvolvimento da tiririca (*Cyperus rotundus*). **Planta Daninha**, v. 13, n. 1, p. 26-31, 1995.

MARTINS, B. A. B.; CHAMMA, H. M. C. P.; DIAS, C. T. S.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Germinação de *Borreria densiflora* var. *latifolia* sob condições controladas de luz e temperatura. **Planta Daninha**, v. 28, n. 2, p. 301-307, 2010.

MAUROMICALE, G.; LO MONACO, A.; LONGO, A. M.; RESTUCCIA, A. Soil solarization, a nonchemical method to control branched broomrape (*Orobanche ramosa*) and improve the yield of greenhouse tomato. **Weed Science**, v. 53, n. 6, p. 877-883, 2005.

MAYER, A. M.; POLJAKOFF-MAYBER, A. **The germination of seeds**. 4. ed. Oxford: Pergamon. 1989, 270 p.

MOORE, M. T.; BENNETT, E. R.; COOPER, C. M.; SMITH Jr., S.; SHIELDS, F. D.; MILAM, C. D.; FARRIS, J. L. Transport and fate of atrazine and lambda-cyhalothrin in an agricultural drainage ditch in the Mississippi delta, USA. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 87, n. 3, p. 309-314, 2001.

PANNACCI, E.; TEI, F. Effects of mechanical and chemical methods on weed control, weed seed rain and crop yield in maize, sunflower and soybean. **Crop Protection**, v. 64, p. 51-59, 2014.

PEACHEY, R.E.; PINKERTON, J. N.; IVORS, K. L.; MILLER, M. L.; MOORE, L. W. Effect of soil solarization, cover crops, and metham on field emergence and survival of buried annual bluegrass (*Poa annua*) seeds. **Weed Technology**, v. 15, n. 1, p. 81-88, 2001.

PEDLOWSKI, M. A.; CANELA, M. C.; TERRA, M. A. C.; FARIA, R. M. R. Modes of pesticides utilization by Brazilian smallholders and their implications for human health an environment. **Crop Protection**, v. 31, p. 113-118, 2012.

PRICE, A.; KELTON, J. Weed control in conservation agriculture. In: Larramedy, M. (ed.) **Herbicides, theory and applications**. p. 3-16, 2011. Disponível em: <http://www.intechopen.com/books/herbicides-theory-and-applications/weed-control-in-conservation-agriculture> Acesso em: 17 jun 2014.

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 de tiririca e na produtividade de hortaliças sob manejo orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 11, p. 2175-2179, 2000.

RICCI, M. S. F.; OLIVEIRA, F. F.; MIRANDA, S. C.; COSTA, J. R. Produção da cenoura e efeito na fertilidade do solo e nutrição decorrente da solarização do solo para controle da tiririca.

**Bragantia**, v. 65, n. 4., p. 607-614, 2006.

SINGLA, S. L.; PAREEK, A.; GROVER, A. High temperature. In: PRASAD, M. N. V. (Ed.). **Plant Ecophysiology**. New York: John Wiley, 1997. p. 101-127.

TRAVLOS, I. S.; ECONOMU, G.; KOTOULAS, V. E.; KANATAS, P. J.; KONTOGEORGOS, A. N.; KARAMANOS, A. I. Potential effects of diurnally alternating temperatures and solarization on purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) tuber sprouting. **Journal of Arid Environments**, v. 73, n. 1, p. 22-25, 2009.

UCHINO, H.; IWAMA, K.; JITSUYAMA, Y.; YUDATE, T.; NAKAMURA, S. Yield losses of soybean and maize by competition with interseeded cover crops and weeds in organic-based cropping systems. **Field Crops Research**, v. 113, n. 3-4, p. 342-351, 2009.

WEBSTER, T. M. High temperatures and durations of exposure reduce nutsedge (*Cyperus* spp.) tuber viability. **Weed Science**, v. 51, n. 6, p. 1010-1015, 2003.