

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL – UFFS
CAMPUS CERRO LARGO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO DESENVOLVIMENTO RURAL
SUSTENTÁVEL E AGRICULTURA FAMILIAR**

**SOLARIZAÇÃO DO SOLO PARA O CONTROLE
ALTERNATIVO DE PLANTAS DANINHAS**

TRABALHO CONCLUSÃO CURSO - TCC

Alexandre Luís Puhl

Cerro Largo, RS, Brasil.

2013

SOLARIZAÇÃO DO SOLO PARA O CONTROLE ALTERNATIVO DE PLANTAS DANINHAS

Alexandre Luís Puhl

Trabalho de Conclusão de Curso - TCC apresentado ao Curso de Pós Graduação em Desenvolvimento Rural Sustentável e Agricultura Familiar, da Universidade Federal Fronteira Sul - UFFS como requisito parcial para obtenção do grau de ***Especialista Lato Sensu em Desenvolvimento Rural Sustentável e Agricultura Familiar.***

Orientador: Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons

Cerro Largo, RS, Brasil

2013

BANCA EXAMINADORA

Sidinei Zwick Radons – Engenheiro Agrônomo, Dr., Universidade Federal Fronteira Sul – UFFS. (Orientador)

Daniel Joner Daroit, Biólogo, Dr., Universidade Federal Fronteira Sul – UFFS.

Douglas Rodrigo Kaiser, Engenheiro Agrônomo, Dr., Universidade Federal Fronteira Sul – UFFS.

Louise de Lira Roedel Botelho, Administradora, Prof^ª. Msc. Universidade Federal Fronteira Sul – UFFS.

Cerro Largo, RS, Brasil

2013

AGRADECIMENTOS

Universidade Federal Da Fronteira Sul – UFFS - pela qualidade do ensino público e gratuito;

Prof. Dr. Sidinei Zwick Radons – pelo total e irrestrito apoio ao trabalho realizado;

Pede deferimento. PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO – PROPEPG

Coordenação e docentes do PROPEPG – pelo estímulo à busca do conhecimento;

Primeira turma do *Especialista Lato Sensu* em Desenvolvimento Rural Sustentável e Agricultura

Familiares, Pai e Mãe – pela amizade e companheirismo;

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, e não estão nominalmente citados.

RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso de Pós Graduação *Lato Sensu*
Universidade Federal Fronteira Sul - UFFS

SOLARIZAÇÃO DO SOLO PARA O CONTROLE ALTERNATIVO DE PLANTAS DANINHAS

AUTORA: ALEXANDRE LUÍS PUHL
ORIENTADOR: Dr. SIDINEI ZWICK RADONS

Data e Local da Defesa: Cerro Largo/RS, 01 de Julho de 2013.

O experimento foi instalado em uma unidade de produção de hortaliças no município de Santo Cristo – RS. O estudo teve por objetivo testar diferentes períodos de solarização do solo fora da época recomendada para a solarização, para controle eficiente de plantas daninhas, em curto espaço de tempo no cultivo de hortaliças e a definição do melhor tempo de solarização para controle eficiente das plantas daninhas fora da época recomendada para a solarização. Deu-se preferência a uma área com sérios problemas com a infestação de plantas espontâneas e com boa incidência de radiação solar. Foram instalados tratamentos com os seguintes períodos de solarização: 0 dias (testemunha), 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias. Após decorrido o período de 15 e 30 dias após o a retirada do (PEBD) transparente de 200 micras (μm) utilizado para a solarização, fez a contagem do número de plantas por metro quadrado de solo. A contagem foi realizada por meio de quadrantes de $0,81\text{m}^2$ ($0,60\text{ m} \times 1,35\text{ m}$), dispostos ao acaso em três pontos de cada parcela. O experimento foi conduzido no delineamento blocos ao acaso, com seis repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro. Também foram feitos ajustes de regressão dos dados temporais. O período de solarização de 5 dias foi suficiente para atingir a máxima eficiência de solarização, não diferindo do período de 30 dias de solarização. Neste trabalho as elevadas temperaturas que predominaram durante a solarização, associadas aos demais mecanismos, como umidade do solo dias antes da instalação do plástico foram suficientes para reduzir significativamente a viabilidade das sementes de plantas daninhas, implicando em menos população dessas espécies em solo solarizado, quando comparado ao não solarizado.

Palavras-chave: Solarização, Plantas Daninhas, Controle Físico.

ABSTRACT

Completion of course work *Lato Sensu* Graduate
Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

SOIL SOLARIZATION TO ALTERNATIVE WEED CONTROL

AUTHOR: ALEXANDRE LUÍS PUHL

ADVISER: SIDINEI ZWICK RADONS

Defense Place and Date: Cerro Largo/RS, July 1st, 2013.

The experiment was installed in a vegetable production unit in Santo Cristo, Rio Grande do Sul State, Brazil. The study aimed to test different periods of soil solarization outside the recommended time for solarization for efficient control of weeds in short time to grow vegetables and the definition of the best solarization period for efficient control of weeds outside the recommended time for solarization. Preference was given to an area with serious problems with the infestation of weeds and with good solar radiation incidence. Treatments were fitted with the following solarization periods: 0 days (control), 5, 10, 15, 20, 25 and 30 days. After 15 and 30 days from withdrawal of the transparent plastic 200 micron (μm) used for solarization, were made a counting of the number of plants per square meter of soil. Counting was performed by quadrants of 0.81m^2 ($0.60\text{m} \times 1.35\text{m}$), arranged at three random points in each plot. The experiment was conducted in randomized block design with six replications. Data were subjected to variance analysis and means were compared by the Scott-Knott test at 5% of error probability. Were also made adjustments regression of temporal data. The 5 days solarization period was sufficient to achieve maximum efficiency of solarization, not differing from the period of 30 days of solarization. In this work the high temperatures that prevailed during solarization, associated with other mechanisms, such as soil moisture before the installation of plastic were sufficient to reduce the viability of weed seeds, resulting in a lesser population of these species in solarized soil compared to non-solarized.

Key words: Solarization, Weeds, Physical Control.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	9
2.1 Efeitos de plantas daninhas em culturas	9
2.2 Métodos de controle de plantas daninhas	10
2.3 Medidas Preventivas	11
2.4 Controle Cultural	11
2.5 Controle manual/mecânico	13
2.6 Controle químico	14
2.7 Controle Biológico	15
2.8 Controle Físico	16
2.8.1 Solarização.....	17
2.9 Manejo integrado.....	20
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
6 REFERÊNCIAS	30
7. APÊNDICE	35

1 INTRODUÇÃO

Na produção de hortaliças, um dos problemas enfrentados pelos produtores é a germinação e emergência de plantas daninhas. As mesmas podem gerar maior demanda de mão de obra, consequentemente onerando o custo de produção e reduzindo o lucro do produtor, além de competirem por luz e nutrientes o que pode prejudicar o desenvolvimento da cultura e minimizar a produtividade. Devido a esses fatores, seja por meio de métodos químicos, físicos ou de manejo, ocorre um controle maçante das plantas daninhas por parte dos agricultores.

Um conceito amplo é abordado por SHAW (1956) que define planta daninha “toda e qualquer planta que ocorre onde não é desejada”. Um conceito mais agropecuário é definido por (BLANCO, 1972) que caracteriza planta daninha como “toda e qualquer planta que germine espontaneamente em áreas de interesse humano e que, de alguma forma, interfira prejudicialmente nas atividades agrícolas do homem.

As práticas culturais são mais artificiais e intensivas, envolvendo grande distúrbio no solo, como aradura, gradagem, enxada rotativa, uso de adubações química e orgânica, irrigações freqüentes e abundantes, facilitando a ocorrência de elevadas populações de plantas daninhas na área.

Devido à grande preocupação e conscientização da sociedade quanto à utilização de produtos químicos para o controle das plantas daninhas, têm-se dado maior enfoque quanto às questões ambientais e ao desenvolvimento dos sistemas de produção orgânica. As pesquisas, cada vez mais, têm sido voltadas a medidas de controle que sejam eficientes e que não causem danos ao meio ambiente, que podem afetar tanto a população de microrganismos presentes no solo quanto o equilíbrio biológico.

Outros fatores também contribuem para a não utilização de métodos químicos na olericultura, tais como: o alto custo, perigo para o aplicador e principalmente a contaminação do ambiente e do produto final. Produtores de olerícolas da região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, socioeconomicamente desfavorecidos, demandam por inovações tecnológicas como tal proposta, para viabilizar a produção de alimentos “limpos”, ou seja, livres de agroquímicos e, principalmente, produzidos de forma sustentável.

Nesse sentido, são poucas opções para manejar plantas espontâneas, sendo que o controle geralmente é fundamental para o sucesso do empreendimento rural, seja ele em

escala patronal ou familiar. Nesse sentido, a solarização do solo pode se apresentar como uma alternativa sustentável e eficiente para o controle de plantas daninhas em olericultura.

A solarização do solo consiste na elevação da temperatura do solo a partir do "aprisionamento" da radiação solar com a aplicação de filme de polietileno transparente sobre o solo úmido (BUENO 2001). Trata-se de um processo hidrotérmico (KATAN, 1981; KATAN E DE VAY, 1991) que esteriliza o solo por meio de calor gerado naturalmente no ambiente, coibindo a proliferação das plantas daninhas e patógenos vinculados ao solo (GHINI, 1997). Nesta técnica o solo umedecido é coberto com plástico transparente ficando exposto à luz do sol, durante os meses de altas radiações (GHINI *et al.*, 2003).

Ocorre que, nem sempre há a possibilidade de o produtor realizar o processo de solarização durante os meses em que a densidade de fluxo de radiação sobre a superfície é elevada. Muitas vezes, ainda, não é economicamente viável a manutenção do plástico em campo durante o período recomendado na literatura, que gira em torno de 30 dias.

Assim, este trabalho teve por objetivo testar diferentes períodos de solarização do solo fora da época recomendada para a solarização, para controle eficiente de plantas daninhas, em curto espaço de tempo no cultivo de hortaliças, bem como definir o melhor tempo de solarização para controle eficiente das plantas espontâneas fora da época recomendada para a solarização.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Efeitos de plantas daninhas em culturas

Planta indesejável é qualquer espécie vegetal que, de alguma forma, interfere negativamente em alguma atividade humana (FONTES *et al.*, 2003). Essa definição é simples, mas considera a ação entre indivíduos, visando reduzir ou eliminar os efeitos prejudiciais e decorrentes da ocorrência de plantas daninhas em áreas agrícolas.

Plantas daninhas possuem grande agressividade caracterizada por elevada e prolongada capacidade de produção de diásporas dotadas de altas viabilidades e longevidades, que são capazes de germinar, de maneira descontínua, e em muitos ambientes e que possuem adaptações especiais para a disseminação a curta e longa distância, apresentam rápido crescimento vegetativo e florescimento (PITELLI, 1987).

A ocorrência de plantas daninhas em áreas agrícolas pode levar à redução da produtividade das culturas, resultando em prejuízos que podem chegar à perda total nas lavouras (FONTES *et al.*, 2003).

A intensidade da interferência depende das características das plantas daninhas e das cultivadas (velocidade de crescimento, porte, arquitetura de plantas), do estágio de crescimento, da duração do período de convivência e do ambiente.

A interferência das plantas daninhas em culturas pode ocorrer de duas maneiras distintas: competição e alelopatia (FONTES *et al.*, 2003). Plantas competem com outras por recursos necessários ao crescimento, porém, presentes em quantidades insuficientes no ambiente para atender as suas exigências.

Efeitos de plantas daninhas em culturas olerícolas podem interferir no processo de produção, principalmente competindo por água, luz e nutrientes (PITELLI, 1987), liberando substâncias alelopáticas, atuando como hospedeiros de pragas e doenças e interferindo nas práticas e manejo tais como a colheita. Assim, qualquer planta daninha que se estabeleça na cultura vai usar parte dos fatores de produção, podendo causar reduções de produtividade (ZANATTA *et al.*, 2006).

Plantas daninhas podem consumir um recurso já insuficiente e limitante ou criar deficiência onde existia quantidade suficiente dos recursos essenciais para as plantas cultivadas, podendo reduzir a sua produtividade (RADOSEVICH *et al.*, 1996).

Em culturas folhosas, as plantas daninhas também favorecem a umidade das folhas, aumentando, assim, a incidência de doenças, diminuindo a qualidade do produto e o valor comercial (LORENZI, 2006).

Como as plantas cultivadas têm menor capacidade de competição, em razão do processo de melhoramento pelo qual passaram, do que as plantas daninhas, elas sofrem mais os efeitos da competição (FONTES *et al.*, 2003).

Os principais efeitos da interferência das plantas daninhas nas espécies cultivadas são os seguintes: redução de produtividade; redução na qualidade do produto colhido (principalmente impurezas); redução no valor da terra; disseminação de pragas e doenças; dificuldade de realizar tratos culturais e colheita; dificuldade no manejo da água (reservatórios e canais de irrigação); e intoxicação de animais (PITELLI, 1985; FONTES *et al.*, 2003).

Por sua vez, nem só prejuízos causam as plantas daninhas. A ocorrência de uma população infestante em áreas agrícolas pode trazer uma série de benefícios (FONTES *et al.*, 2003), proteção do solo contra o impacto direto das gotas de chuva, prevenindo a erosão; proteção do solo contra a incidência direta dos raios solares; redução da perda de água do solo por evaporação; aumento na diversidade do agroecossistema; hospedeiras de inimigos naturais de pragas; fornecimento de alimento para animais silvestres, domesticados; aumento da quantidade de matéria orgânica no solo; reciclagem de nutrientes; e incorporação de nitrogênio ao solo (leguminosas).

2.2 Métodos de controle de plantas daninhas

As práticas de manejo de plantas daninhas em olericultura devem ser eficientes, econômicas e flexíveis. (SILVA, *et al.* 2006) o manejo deve considerar o método de controle de plantas daninhas mais adequados, de acordo com a capacidade do agricultor quanto à disponibilidade de equipamentos nas diferentes fases de cada cultura.

A escolha e a eficiência de cada um dos métodos de controle podem variar conforme as espécies de plantas daninhas existentes na área, as condições climáticas, o tipo de solo, os

tratos culturais, a rotação de culturas e a disponibilidade de herbicidas seletivos e registrados para a cultura em questão. A disponibilidade de herbicidas registrados, de mão-de-obra treinada e de bons equipamentos de aplicação são condições essenciais para o uso do método químico (SILVA, *et al.* 2006).

2.3 Medidas Preventivas

O manejo de plantas daninhas inicia-se com medidas preventivas que impeçam a introdução e/ou a disseminação de espécies no campo, como o uso de sementes de elevada pureza e vigor, uso de sementes e mudas isentas de propágulos (sementes, rizomas, tubérculos e estolões) de plantas daninhas; a limpeza rigorosa de máquinas e equipamentos de preparo do solo e após a utilização em áreas infestadas; principalmente, a utilização de material orgânico de boa qualidade como esterco animal e vegetal isento de propágulos (esterco fermentado); limpeza de margens de estradas, de cercas e de canais de irrigação; e isolamento de áreas de acordo com (PITELLI, 1987; FONTES *et al.*, 2003; SILVA, *et al.* 2006).

A escolha das áreas para o cultivo de hortaliças é muito importante, devendo - se evitar áreas infestadas com plantas perenes de propagação vegetativa, como a tiririca. Caso esta espécie já tenha invadido a área, é essencial conter a sua rápida disseminação, o que é conseguido por meio de cuidados especiais, como não provocar distúrbios no solo (aração, gradagem, enxada rotativa). Nesse caso, o sistema de manejo deve incluir o plantio direto, que não é comum nas áreas com hortaliças (SILVA, *et al.* 2006).

2.4 Controle Cultural

Os efeitos da associação entre comunidade infestante e cultura podem ser incrementados ou minimizados por algumas práticas culturais. A escolha das espécies e variedades, a época correta de plantio, o melhor estande e a aplicação de fertilizantes na linha

de plantio favorecem a cobertura do solo pela cultura e o aumento do volume de solo ocupado pela raiz, auxiliando a cultura na competição com as plantas daninhas (SILVA, *et al.* 2006).

Nesse método de controle (FONTES *et al.*, 2003) as próprias características da própria planta cultivada ou do seu processo de cultivo devem ser utilizadas, cultivares de rápido crescimento e que sombreiem a superfície do solo antes da emergência das plantas daninhas. Para isso devem ser usadas sementes e mudas de alto vigor, realizar o plantio na época recomendada, nos espaçamentos e nas densidades adequados, realizar adubações equilibradas, manejar corretamente a irrigação, adotar também o manejo integrado de pragas e doenças, a rotação de culturas e o plantio direto.

O sombreamento da superfície do solo, provocado pela melhor distribuição e arranjo das plantas, pode impedir a germinação de sementes e o crescimento de espécies altamente exigentes em radiação solar, como a tiririca e o capim- marmelada (JAKELAITS *et al.*, 2001).

Práticas culturais, como fertilização do solo a lanço, influenciam não somente o crescimento da cultura, mas também o crescimento das plantas daninhas. Geralmente a colocação do adubo junto do sulco de semeadura aumenta o potencial competitivo da cultura (SILVA, *et al.* 2006).

A adubação acima do nível ótimo recomendado para a cultura em convivência com a tiririca torna esta espécie daninha mais competitiva; entretanto, a adubação abaixo do ótimo reduz a capacidade competitiva da cultura. Dessa forma, a adubação equilibrada, segundo (SILVA, *et al.* 2006) é uma prática muito importante no manejo das plantas daninhas.

Danos provocados por doenças e insetos, ou cultura com estande não competitivo, reduzem o poder de sombreamento da cultura e a capacidade de retardar o crescimento das plantas daninhas. Todavia, quando os cultivares têm maior capacidade de manter maior taxa de expansão da área foliar, isso proporciona vantagem em relação à planta daninha.

Outra técnica bastante eficaz no controle de plantas daninhas é a rotação de culturas (FONTES *et al.*, 2003). Ela possibilita manter a superfície do solo sempre coberta, inibindo o crescimento de plantas daninhas. Essa estratégia tem sido a base do manejo integrado de plantas daninhas desde a antiguidade.

Sabe-se que algumas espécies associam-se a certas culturas mais que a outras, além disso, determinadas espécies daninhas são mais fáceis de ser controladas em determinada cultura que em outra.

A boa rotação inclui culturas que reduzem o número de indivíduos de espécies - problema para a cultura seguinte. A escolha correta do tipo de cultura a ser incluída na

rotação, quando o controle químico de plantas daninhas é o principal objetivo, deve recair sobre plantas cujas características culturais e hábito de crescimento sejam bastante contrastantes (SILVA, *et al.* 2006).

O sistema de plantio empregado também exerce grande influência na suscetibilidade das culturas à competição pelas plantas daninhas. Admite-se que, para algumas hortaliças, considerando uma mesma espécie ou cultivar, o sistema de transplante torna a cultura menos dependente do controle químico das plantas daninhas que o sistema de semeadura direta.

O espaçamento também é fundamental na determinação da capacidade competitiva da cultura; menores espaçamentos, para muitas espécies, favorecem o sombreamento de maneira mais rápida do solo, aumentando a eficiência das medidas empregadas no controle das plantas daninhas (SILVA, *et al.* 2006).

Quando disponíveis na propriedade, diversos materiais orgânicos podem ser utilizados em culturas como o alho e a alface - por exemplo, como cobertura morta (acículas de pinus, casca de arroz, palha, casca de arroz carbonizada, etc.) visando o manejo de espécies daninhas, tornando muitas vezes desnecessária a utilização de herbicidas (SILVA, *et al.* 2006). Em área de produção comercial de tomate, o uso de casca de arroz como cobertura morta numa camada superficial de 2 cm dispensa a necessidade de capinas mecânicas ou de herbicidas.

2.5 Controle manual/mecânico

Os métodos mecânicos englobam ferramentas e implementos tais como: sulcadores, encanteiradores, cultivadores e as capinas manuais com enxada ou sacho estes utilizados antes ou após a semeadura (PITELLI, 1987; FONTES *et al.* 2003; e (SILVA, *et al.* 2006). Para as culturas que são cultivadas em maiores espaçamentos, como batata, repolho, couve - flor, quiabo, milho - doce etc., e dependendo da espécie daninha, o herbicida pode ser substituído por cultivos mecânicos.

A utilização do cultivador mecanizado, quando possível, apresenta o inconveniente de não controlar as plantas daninhas nas fileiras e, muitas vezes, danificar o sistema radicular das hortaliças, expor o solo à erosão e perda de umidade, estimular a germinação de espécies daninhas, e em períodos chuvosos ou mesmo sob irrigações, transplantar as plantas daninhas

de um lugar para outro da área cultivada. Todavia, a passagem do implemento quebra a crosta superficial deixada no solo pela última irrigação, facilitando a irrigação por infiltração (SILVA, *et al.* 2006).

A cobertura morta é também considerada uma forma eficaz de controle mecânico, atuando como barreira física contra a entrada de luz, essencial ao processo de germinação. Muitas espécies são fotoblásticas positivas, ou seja, necessitam de luz para iniciar a germinação. Ademais, a quantidade de reserva nas sementes pode ser insuficiente para que a plântula em emergência consiga atravessar a barreira imposta pela cobertura morta (FONTES *et al.*, 2003).

Além de evitar a passagem de luz e bloquear a emergência de plântulas, a cobertura morta reduz a variação de temperatura na camada superficial do solo onde se concentra grande quantidade de sementes. As variações têm influência na quebra de dormência das sementes de grande número de espécies daninhas (FONTES *et al.*, 2003).

A capina com enxada, muito comum na agricultura familiar, ou com cultivadores de tração animal ou trator são os métodos de controle mecânico mais utilizados. A vantagem do uso da enxada é a grande eficácia de controle, a desvantagem, seu baixo rendimento operacional. Os cultivadores, por sua vez apresentam rendimento operacional bem maior, mas a eficácia de controle é menor, não controlando as plantas daninhas localizadas na linha de plantio (FONTES *et al.*, 2003).

Métodos mecânicos são de uso muito limitado para hortaliças de pequeno espaçamento, como cenoura, alho, cebola etc.; além disso, a utilização de métodos mecânicos e manuais em áreas maiores é cara, sendo dificultada pelo baixo rendimento e pela escassez de mão – de - obra no meio rural. Em cultivo orgânico é comum o espaçamento ser alterado para permitir o uso de cultivadores mecanizados.

2.6 Controle químico

O uso de herbicidas apresenta-se como uma das opções mais eficientes e econômicas de controle, principalmente em extensas áreas de plantio com alta infestação de plantas

daninhas, durante períodos chuvosos ou mesmo sob irrigações, quando outros métodos são de baixa eficiência (SILVA, 2006).

Controle químico de plantas daninhas consiste no uso de herbicidas, produtos que podem ser aplicados antes ou depois da semeadura. Em pré-plantio, tem finalidade de promover a dessecação das plantas daninhas em áreas de plantio direto (FONTES *et al.*, 2003). A aplicação em pré-plantio incorporado é realizada no caso dos herbicidas que precisam ser posicionados a certa profundidade por falta de movimentação no solo ou para evitar volatilização (transformação em gases) e fotodecomposição (degradação pela luz).

A aplicação em pré-emergência é feita quando os herbicidas têm ação apenas sobre as sementes ou em plantas em fase inicial de crescimento. A aplicação em pós-emergência, tanto da cultura quanto da planta daninha, têm ação de contato, quando atuam próximo ao local de absorção, ou sistêmica, quando ele se distribui por outras partes da planta, como raízes, por exemplo. As principais vantagens do seu uso são eficiência de controle, seletividade e melhor relação custo/benefício em algumas situações (FONTES *et al.*, 2003).

Os produtos devem ser escolhidos seguindo as recomendações técnicas, tendo em vista a eficiência, a segurança, o menor impacto ambiental e a economia (SILVA, *et al.* 2006). É imprescindível a supervisão constante de um profissional capacitado, desenvolvendo um programa específico para cada situação.

Os olericultores que desejam usar o controle químico de plantas daninhas como uma ferramenta para baixar os custos de produção, deparam-se com um grande problema: a pouca disponibilidade de produtos registrados no mercado brasileiro em relação aos produtores concorrentes de outros países (SILVA, *et al.* 2006).

Apesar de existirem informações técnicas demonstrando a seletividade de herbicidas a várias espécies hortaliças, esses produtos não podem ser incluídos na lista de herbicidas para hortaliças, pois ainda não são registrados.

Os herbicidas podem ser classificados de acordo com seu mecanismo de ação, processo que efetivamente causa a morte das plantas daninhas. Esse processo pode ser, por exemplo, a inibição da atividade de alguma enzima que catalisa a síntese de substâncias na planta (FONTES *et al.*, 2003).

2.7 Controle Biológico

O controle biológico de plantas daninhas é realizado por organismos vivos ou por produtos de seu metabolismo, ainda é pouco aplicado, mas com grande interesse de pesquisadores. Os principais estudos têm sido conduzidos com fungos e insetos (FONTES *et al.*, 2003). Os fungos provocam doenças nas plantas que paralisam seu crescimento e podem acarretar sua morte.

Os insetos nas fases jovem ou adulta podem atacar plantas daninhas, provocando seu enfraquecimento ou mesmo a morte. O controle biológico é altamente específico, ou seja, um agente de controle ataca apenas uma espécie ou poucas espécies dentro de um mesmo gênero de plantas. Ele deve ser altamente seletivo para que os agentes de controle não provoquem danos às plantas cultivadas (FONTES *et al.*, 2003).

2.8 Controle Físico

As plantas daninhas podem ser controladas por agentes como o fogo, a solarização e a alelopatia, considerados os principais meios de controle físico (FONTES *et al.*, 2003). O fogo, como indicado aqui, não se refere à queimada, que foi e ainda é muito utilizada na limpeza de áreas de produção agrícola, principalmente, em terrenos recém-desbravados. O fogo deve ser empregado para a produção de calor que causa a destruição das estruturas celulares da planta, levando-a à morte. A principal forma é o uso de lança-chamas, portáteis ou tracionadas por trator. No controle total, não são necessários maiores cuidados, porém, a aplicação de fogo em culturas já instaladas deve ser feita dirigindo as chamas apenas para as plantas daninhas (FONTES *et al.*, 2003).

A solarização consiste em cobrir o solo úmido com um filme plástico transparente. A luz solar, formada por ondas curtas de alta energia, atravessa o plástico e aquece o solo. O calor produzido, na forma de ondas longas, não consegue atravessar o plástico, ficando acumulado abaixo dele. Com o tempo, o solo se aquece e o calor é transmitido com grande eficiência pela água a uma profundidade maior. Esse aquecimento é suficiente para atingir temperaturas elevadas que causam a morte de sementes de plantas daninhas (FONTES *et al.*, 2003).

A alelopatia é a ação de substâncias químicas com função biológica importante em plantas que causam algum tipo de prejuízo em outras. Com a liberação desses compostos por

decomposição de tecidos vegetais, lixiviação, exsudação radicular e volatilização, pode ocorrer inibição da germinação e do crescimento de plantas daninhas (FONTES *et al.*, 2003). Espécies utilizadas na cobertura do solo e na adubação verde podem ter importância para o controle alelopático, além das próprias espécies cultivadas

2.8.1 Solarização

Testada em diversos países, a solarização do solo é uma técnica eficiente para o controle de fitopatógenos desde a década de 70, foi desenvolvida na Universidade de Jerusalém, Israel, em 1976, e vem sendo utilizada em diversos países, como Israel, Estados Unidos, Japão, Itália, Egito, Espanha, Brasil, entre outros, para desinfestação de solos e substratos antes do plantio (KATAN *et al.*, 1976), obtendo resultados promissores (KATAN e DEVAY, 1991). Muitos efeitos têm sido observados, com o uso da técnica voltada para o controle de plantas daninhas, têm resultado em maior crescimento das plantas cultivadas, liberação de nutrientes do solo, controle de patógenos secundários e indução à supressividade de patógenos do solo (STAPLETON *et al.*, 1985; STAPLETON e DEVAY, 1986, GREENBERGER *et al.*, 1987). Observa-se na literatura a recomendação de aplicação do plástico por dois, três a quatro meses (KATAN, 1981; GHINI *et al.*, 2003). Para o Estado do Rio Grande do Sul são escassos os trabalhos realizados e há necessidade de definição do melhor tempo de solarização para controle eficiente das plantas espontâneas.

A elevação da temperatura do solo poderá resultar na maior produção de substâncias voláteis tóxicas provindas do decaimento da matéria orgânica. A aplicação de material orgânico no solo tem a propriedade de atuar de forma benéfica na população de microrganismos antagonistas, incrementando a produção de substâncias tóxicas aos fitopatógenos e aumentando a supressividade (SILVA, *et al.* 2006), isso é perda por volatilização, conseqüentemente diminui a efetividade. Essas substâncias enfraquecem os propágulos das plantas daninhas de forma que elas ficam predispostas a infecções microbianas (SILVA, 2006).

Além disso, as altas temperaturas quebram a dormência de propágulos, que emergem do solo, porém as plântulas encontram o plástico de solarização na superfície do solo e

morrem (MARCHI, 2007). Elevando a temperatura, e assim limitando o desenvolvimento de patógenos, e provocando a morte de órgãos reprodutivos (sementes, rizomas bulbos e tubérculos) e de plântulas de espécies de plantas daninhas, através da cobertura do solo com plástico transparente durante o período mais quente (KUYVA *et al.*, 1995; KATAN, 1981).

Além do efeito térmico, a cobertura apresenta outros efeitos que podem ser importantes quando se trata do controle das plantas daninhas. A própria barreira física que o plástico representa, alterações na atmosfera do solo quanto ao balanço entre CO₂ e O₂ (KUYVA *et al.*, 1995) e quanto a manutenção de compostos voláteis sob a cobertura (KUYVA *et al.*, 1995) que podem afetar a germinação de sementes.

Além das plantas daninhas, a solarização controla com eficiência uma ampla gama de pragas de plantas incluindo nematoides, fungos e insetos. Embora muitos organismos indesejáveis do solo sejam mortos pelas altas temperaturas decorrentes da solarização, muitos organismos benéficos são capazes ou de sobreviver ou de recolonizar o solo muito rapidamente após a solarização do solo (MARCHI, 2007).

As temperaturas alcançadas durante o processo são letais, nas camadas superficiais, e sub-letais nas mais profundas, a muitos fitopatógenos, pragas e plantas daninhas, provocando alterações biológicas, químicas e físicas nos solos, e resultando, frequentemente, em aumento de produção das culturas (BARROS *et al.*, 2004; KATAN e DE VAY, 1991).

Já foram testados diferentes tipos de colorações e plásticos, como preto, branco, preto e branco e transparente (BARROS *et al.*, 2004). A temperatura do solo coberto com o plástico transparente é maior que sob os demais filmes plásticos, sendo este o mais indicado para solarização (BARROS *et al.*, 2004).

A solarização tem-se mostrado eficiente no controle de plantas daninhas de diferentes gêneros (KATAN, 1981). Ricci *et al.*, (1997) constataram, nos 30 dias iniciais do cultivo de cenoura em canteiros pré-solarizados, uma redução de 50% na população de tiririca, na qual utilizou a solarização durante 42 dias. (RICCI *et al.*, 2000) avaliou o efeito da solarização do solo na população infestante de tiririca (*Cyperus rotundus*) e na produtividade de hortaliças submetidas a manejo orgânico, na qual constatou a redução em 59% a reinfestação pela tiririca, nas parcelas solarizadas, assim como houve significativo incremento da produtividade, mediante a aplicação da solarização durante sete meses.

Os efeitos da solarização do solo, foram avaliados através de plástico transparente sobre o desenvolvimento da tiririca (*Cyperus rotundus*), na qual constatou um acúmulo da ordem de 400 % nos teores de CO₂ na atmosfera do solo solarizado (KUYVA *et al.*, 1995). Nessas

condições houve inibição da brotação dos tubérculos e diminuição no peso de matéria seca de todas as partes estudadas da planta. Houve redução na taxa de multiplicação dos tubérculos, reduzindo-a de 1:11 para 1:4, quando coberta no estágio vegetativo e para 1:9 quando a cobertura se realizou no estágio de florescimento. Houve, ainda, diminuição na ordem de 20% na viabilidade dos tubérculos remanescentes.

Com relação às diferentes espécies de plantas daninhas, a variação da eficiência deste método depende tanto da forma de reprodução e hábito de desenvolvimento da mesma, como do estágio em que se encontra na ocasião da cobertura (KUVA *et al.*, 1995). A solarização tem sido utilizada com sucesso no controle de plantas daninhas parasitas (KUVA *et al.*, 1995) e da maioria das plantas daninhas anuais, cuja reprodução se realiza por sementes. Quanto às plantas daninhas que se reproduzem vegetativamente, como é o caso da tiririca, essa mesma eficiência não tem se repetido (KUVA *et al.*, 1995).

A solarização controlou eficientemente a infestação por *Lepidium virginicum* L. (mastruço), *Paspalum plicatum* Michaux, (capim-colchão), além das espécies que ocorreram em menor incidência *Portulacca oleracea*, *Sonchus* spp. *Amaranthus* spp. e *Eleusine indica*, denominadas comumente de beldroega, serralha, caruru e capim pé-de-galinha, respectivamente (SINIGAGLIA *et al.*, 2002).

Foi controlado efetivamente as plantas daninhas, quando avaliado o peso de matéria seca dessas plantas aos 21 dias do transplante das mudas dispensando o uso de herbicidas. A eficiência no controle de plantas daninhas foi semelhante ao uso de herbicidas como o oxidiazon (BETTIOL *et al.*, 1994).

Sendo também verificada redução na infestação por plantas daninhas Barros *et al.*, (2004) e Sinigaglia *et al.* (2001, 2004) também observaram controle de plantas daninhas após a solarização em experimentos com morango na Califórnia.

Sendo então a solarização uma técnica que pode trazer melhorias e benefícios para os sistemas produtivos rurais em desenvolvimento socioeconômico e ambientalmente diferenciados, porém desfavorecidos socioeconomicamente quanto aos demais sistemas de produção convencional. Portanto a solarização pode se apresentar como um método viável e eficiente para o manejo das plantas daninhas na olericultura, pois, a solarização referendada como inovação técnico científica para o estado do Rio Grande do Sul e demais regiões, têm enormes probabilidades de sucesso devido ao favorecimento da latitude com clima quente úmido, aspectos que contribuem com a eficiência de absorção de energia solar.

2.9 Manejo integrado

No campo, plantas daninhas acarretam prejuízos à produção, e o seu controle ocasiona gastos que oneram consideravelmente o custo de produção da cultura, tornando essencial a combinação de métodos de controle.

O manejo integrado de plantas daninhas deve otimizar e aperfeiçoar o uso de práticas preventivas, culturais, mecânicas, físicas, biológicas, complementando, às vezes, com o controle químico, resultando na otimização da produtividade da cultura, aumentando ou mantendo o potencial produtivo do solo, reduzindo assim o impacto negativo dessas plantas na cultura, bem como o das técnicas empregadas para o seu controle sobre o meio ambiente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em uma unidade de produção de hortaliças no município de Santo Cristo - RS, cujas características geográficas são: altitude média de 283 metros, 54°42'39.86"O e 27°47'22.55"S.

O solo no local é um Latossolo Vermelho distróférico típico (EMBRAPA, 2006). Deu-se preferência a uma área com sérios problemas com a infestação de plantas espontâneas e com boa incidência de radiação solar. Cada parcela foi dimensionada com 15 m de comprimento x 1,20 m de largura, na forma de canteiros padrão para produção de hortaliças. Avaliou-se por meio de quadrantes de 0,65 m x 1,35 m, conforme Figura 1., dispostos ao acaso em três pontos de cada parcela, a incidência inicial de plantas espontâneas, bem como a identificação das principais espécies prevaletentes.



Figura 1. Quadrante para contagem de plantas invasoras

Espécies identificadas predominante: grama-seda; outras: picão-preto, nabo forrageiro.

Em todas as parcelas foram realizados os mesmos tratos culturais, consistindo em subsolagem, destorroamento e nivelamento do solo, a fim de evitar a presença de torrões, que favorecem a formação de bolsões de ar entre o solo e o filme plástico, além de objetos pontiagudos, que podem danificar o plástico, reduzindo a eficiência da solarização. O preparo do solo foi executado cinco dias antes do início da solarização de cada tratamento.

Antes da aplicação do filme plástico, polietileno de baixa densidade (PEBD) transparente de 200 micras (μm), a parcela recebeu irrigação para o aumento da umidade até a capacidade de campo, com intuito de aumentar a condutividade térmica do solo e estimular a germinação de propágulos de plantas daninhas, tornando-os mais sensíveis aos mecanismos de controle. Após o término da irrigação, o filme plástico foi disposto sobre a parcela, com as bordas enterradas em sulcos, de modo que permaneçam vedadas de acordo com Figura 2.



Figura 2. Canteiros Solarizados

Foram instalados tratamentos com os seguintes períodos de solarização: 0 dias (testemunha), 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias, conduzidos e avaliados conforme o cronograma da Tabela 1.

Tabela1. Cronograma de eventos para a instalação dos tratamentos no campo e obtenção das variáveis.

Tratamentos (dias de solarização)	Instalação da solarização	Retirada da solarização	Avaliação de 15 DARP	Avaliação de 30 DARP
0	-	06/mai	21/mai	05/jun
5	01/mai	06/mai	21/mai	05/jun
10	26/abr	06/mai	21/mai	05/jun
15	21/abr	06/mai	21/mai	05/jun
20	16/abr	06/mai	21/mai	05/jun
25	11/abr	06/mai	21/mai	05/jun
30	06/abr	06/mai	21/mai	05/jun

* DARP = Dias Após a Retirada do Plástico.

Após decorrido o período de 15 e 30 dias após o a retirada do PEBD utilizado para a solarização, fez-se a contagem do número de plantas por metro quadrado de solo. A contagem foi realizada por meio de quadrantes de 0,81m² (0,60 m x 1,35 m), dispostos ao acaso em três pontos de cada parcela, e posterior transformação para o número correspondente de plantas por metro quadrado.

O experimento foi conduzido no delineamento blocos ao acaso, com seis repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro. Também foram feitos ajustes de regressão dos dados temporais.

A obtenção dos dados meteorológicos foi feita através da Estação Meteorológica Automática do INMET, localizada no município de Santa Rosa/RS, do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, cujas características geográficas são: altitude média de 276 metros, longitude 54° 47' 97" O e latitude 27° 89' 01" S.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados nos seis tratamentos, no período de 15 e 30 dias após a retirada do plástico sobre os canteiros solarizados, contagem do número de plantas por metro quadrado dispostos em três pontos ao acaso em cada parcela, por meio de quadrantes de 0,81m². Identificou-se as principais espécies prevaletentes que foram: Grama-seda (*Cynodon dactylon*), Picão, Nabo forrageiro, *Galinsoga parviflora* (picão branco), *Amaranthus* spp. (caruru), *Portulacca oleracea* (beldroega) e *Eleusine indica* (capim pé-de-galinha).

Tabela 2. População de plantas daninhas (plantas m⁻²) aos 15 e 30 dias após a retirada do plástico (DARP) de solarização em tratamento com diferentes períodos de cobertura do solo com plástico transparente.

Tratamento (dias)	15 DARP	30 DARP
0	525,3a*	2180,2a
5	115,5b	153,8b
10	66,2c	86,3b
15	64,7c	79,8b
20	57,0c	144,8b
25	163,0b	275,2b
30	150,2b	272,7b
C.V. (%)	29,0	85,8

* Letras seguidas por mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Skott-Knott, em nível de 5% de significância.

A solarização mostrou-se eficiente no controle de plantas daninhas em todos os tratamentos, fato que é constatado pela diferença significativa obtida entre a testemunha e os tratamentos com diferentes períodos de solarização. Comparada aos demais tratamentos, a testemunha apresentou população média de plantas mais de 3 vezes maior aos 15 dias após a retirada do plástico (DARP) e cerca de 8 vezes maior aos 30 DARP, fato que comprova a eficiência do método, a despeito dos valores dos elevados coeficiente de variação (CV) (Tabela 2).

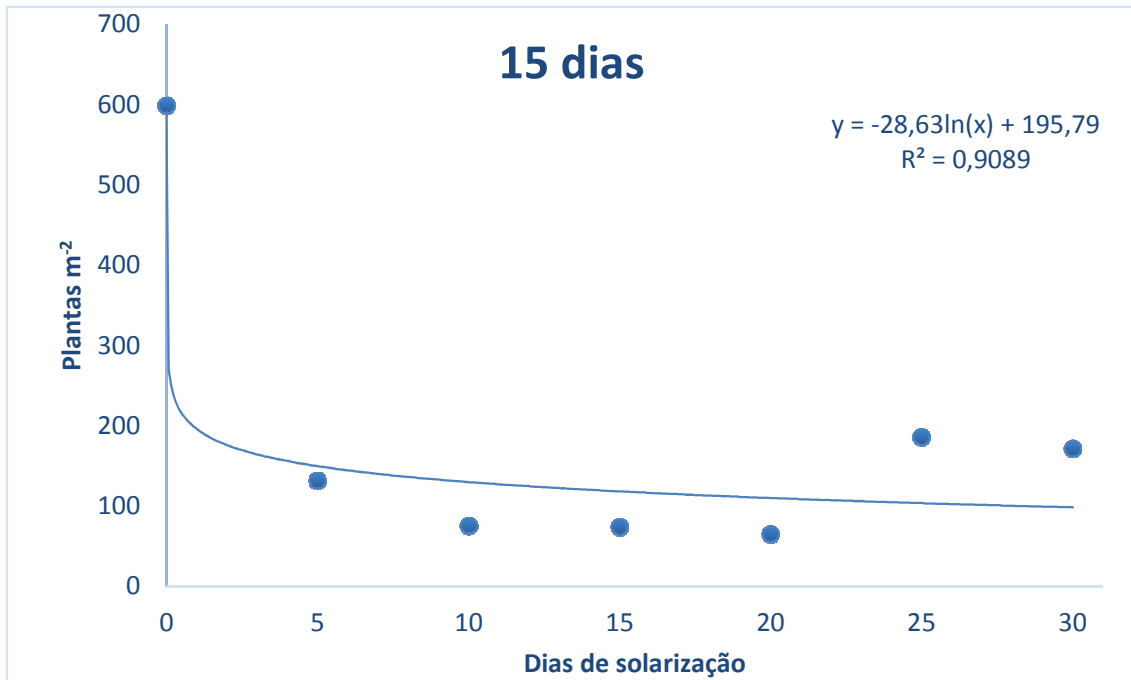


Figura 3. População de plantas daninhas (plantas m⁻²) aos 15 dias após a retirada do plástico (DARP) de solarização em tratamento com diferentes períodos de cobertura do solo com plástico transparente.

Em geral, a principal causa da redução na viabilidade de plantas daninhas após a solarização é a inativação térmica (KATAN, 1996). As temperaturas registradas sob os plásticos neste experimento, aparentemente, foram suficientes para a redução na viabilidade dos propágulos e consequente diminuição da população de plantas daninhas, fato que pode ter se dado devido ao acúmulo de boa quantia de água ao solo, contribuindo para sua melhor condução de calor em profundidade. O solo úmido conduz melhor o calor em profundidade e faz com que os propágulos de plantas daninhas fiquem mais vulneráveis. A cobertura do solo associada a alta umidade do solo, potencializa os efeitos da solarização, pois aumenta a condutividade térmica do solo, permitindo o aquecimento das camadas mais profundas (KUVA *et al.*, 1995) e aumenta a sensibilidade das sementes à altas temperaturas (KUVA *et al.*, 1995), (KATAN, 1981). A cobertura do solo realizada no período mais quente, existe uma eficiência maior, assim como constatado por KUVA (1995) com relação a mortalidade de diásporos e plântulas.

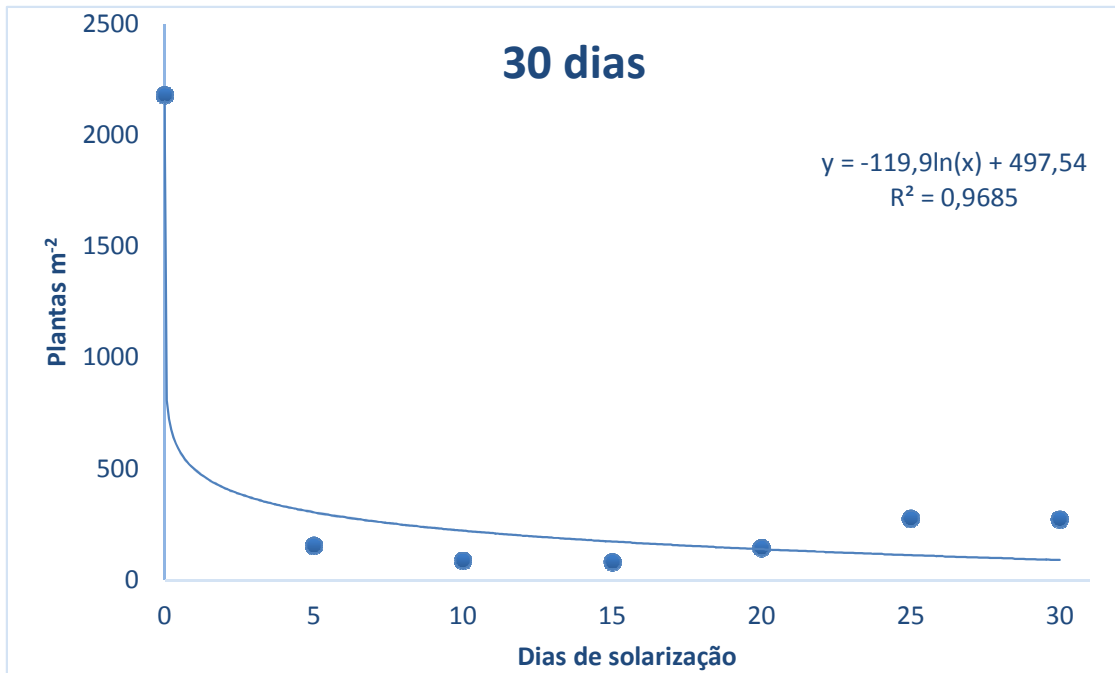


Figura 4. População de plantas daninhas (plantas m⁻²) aos 30 dias após a retirada do plástico (DARP) de solarização em tratamento com diferentes períodos de cobertura do solo com plástico transparente.

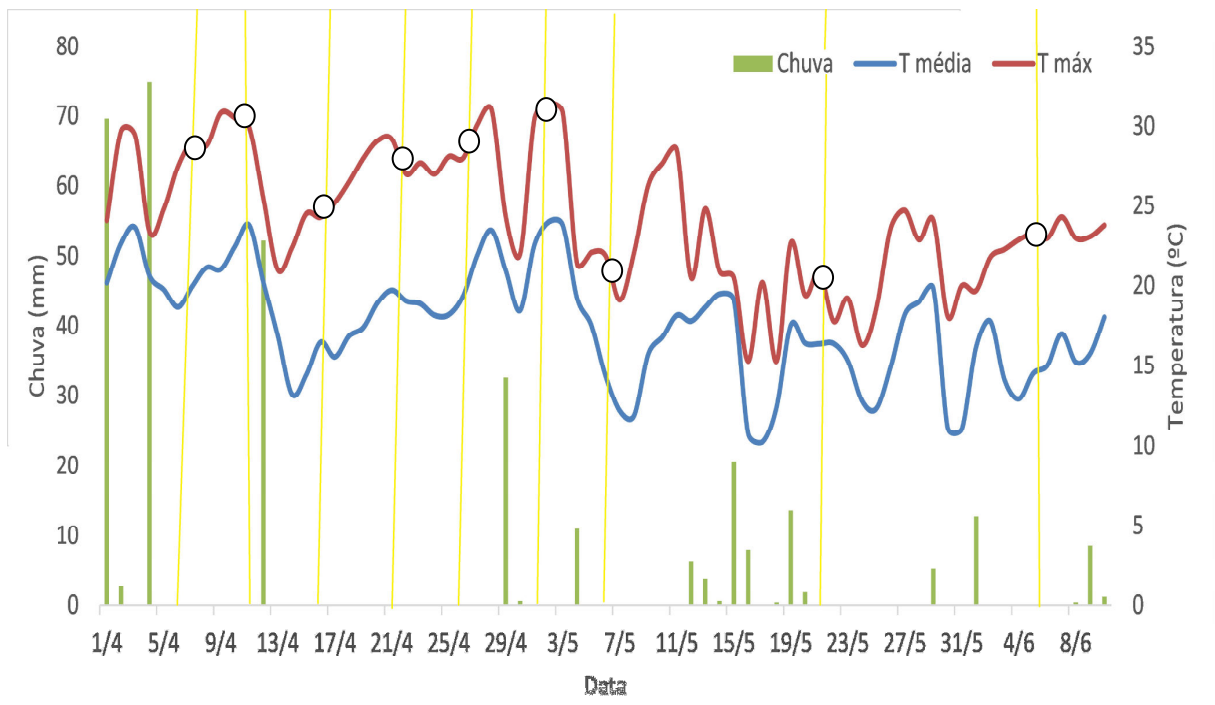


Figura 5. Valores diários de precipitação, temperatura máxima e média do ar registrados na estação meteorológica automática do INMET em Santa Rosa/RS, durante o período experimental.

Temperaturas máximas acima dos 30°C, ocorridas entre os dias 1º a 4º dia de maio, permitiram aumento na temperatura do solo com a solarização com cinco dias permitiram diminuição de forma efetiva, a população de plantas daninhas, devido ao acúmulo de energia no seu interior. Este acúmulo de energia possibilitou redução significativa da população de plantas daninhas no solo solarizado.

Mahrer (1991), Kodama e Fukui (1982) relataram que a temperatura do solo a 20 cm de profundidade, no interior do túnel plástico, pode atingir até 40°C em apenas três dias de solarização, durante o verão, e esse aumento varia de acordo com a temperatura em campo aberto. As temperaturas máximas registradas sob dados da Estação Meteorológica Automática do INMET, Localizada no município de Santa Rosa/RS, do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, permitiram redução de plantas daninhas no solo solarizado com 5 dias, neste tratamento a temperatura máxima registrada no período foi suficiente para a redução na viabilidade das plantas daninhas.

O aquecimento do solo ocorre devido ao impedimento, pela lâmina plástica, da emissão dos comprimentos de onda longos absorvidos e da evaporação da água, modificando assim o fluxo térmico entre a superfície do solo e a atmosfera (KATAN, 1981). Além do efeito térmico, a cobertura apresenta outros efeitos que podem ser importantes quando se trata do controle das plantas daninhas. A própria barreira física que o plástico representa promove alterações na atmosfera do solo quanto ao balanço entre e quanto à manutenção de compostos voláteis sob a cobertura que podem afetar a germinação de sementes (KUVA,1995; SIMÕES *et al.*, 2011).

A ocorrência de redução significativa da população de plantas, mesmo com apenas 5 dias de solarização, confirma o que relatam Katan *et al.*. (1986), Welvaert e Poppe (1986) e Mahrer (1991). Esses autores afirmam que a cobertura com filme plástico transparente, permitindo a passagem da radiação solar e reduzindo as perdas por fluxo de calor e na forma de radiação infravermelha, favorece a ocorrência de altas temperaturas no solo. Assim, pouco importa o período em que o campo fica coberto pelo plástico, mas sim a máxima temperatura atingida sob a cobertura.

As espécies *Amaranthus* sp. e *E. indica* estão listadas entre as controladas pela solarização (Stapleton e Devay, 1995). Scannavini *et al.* (1993) e Fiume (1994) também verificaram a redução na infestação por *Amaranthus* sp. e *P. oleracea* após a solarização na

cultura da alface. Estima-se que a inativação térmica seja uma das principais causas da redução na viabilidade das plantas daninhas durante a solarização, embora outros mecanismos também possam estar presentes, como queima das plântulas recém-germinadas, promoção da germinação, sem condições de emergência, em maiores profundidades, e também alterações no balanceamento de gases do solo (ELMORE, 1991).

Neste trabalho as elevadas temperaturas que predominaram durante a solarização, associadas aos demais mecanismos, umidade do solo, foram suficientes para reduzir a viabilidade das sementes, fato comprovado pelo número de plantas significativamente maior que emergiu no solo não solarizado.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho as elevadas temperaturas que predominaram durante a solarização, associadas aos demais mecanismos, como ocorrência de chuva, aumentando a umidade do solo dias antes da retirada do plástico, foram suficientes para reduzir a viabilidade das sementes de plantas daninhas, implicando em menor população dessas espécies em solo solarizado, quando comparado ao não solarizado.

O período de solarização de 5 dias foi suficiente para atingir a máxima eficiência de solarização nesse experimento, não diferindo do período de 30 dias de solarização. Isto devido as condições meteorológicas observadas no período.

Este trabalho pode vir a dar origem ou servir de base para outras pesquisas, para desenvolvimento de técnicas eficientes para controle alternativo de plantas invasoras. Sugere-se experimentos que comparem diferentes períodos de solarização, com a medida local das temperaturas do solo e do ar.

6 REFERÊNCIAS

ALTHAUS, R.A., CANTERI, M.G., GIGLIOTI, E.A. Tecnologia da informação aplicada ao agronegócio e ciências ambientais: sistema para análise e separação de médias pelos métodos de Duncan, Tukey e Scott-Knott. Anais do X Encontro Anual de Iniciação Científica, Parte 1, Ponta Grossa, p.280-281, 2001.

BARROS, B.C.; PATRÍCIO, F.R.A.; LOPES, M.E.B.M.; FREITAS, S.S.; SINIGAGLIA, C.; MALAVOLTA, V.M.A; TESSARIOLI NETO, J.; GHINI, R. Solarização do solo com filmes plásticos com e sem aditivo estabilizador de luz ultravioleta. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 22, n. 2, p.253-259, abril-junho 2004.

BETTIOL, W.; GALVÃOJ. A. H.; GHINI, R. Solarização do solo para o controle de *Pythium* e plantas daninhas em Cultura de crisântemo. *Ciência Agrícola*, Piracicaba, v. 51 (3), p. 459-462, set/dez., 1994.

BLANCO, H. G. – A importância dos estudos ecológicos nos programas de controle das plantas daninhas. *O Biológico*, 38 (10): 343 - 50,1972.

BUENO, C. J. Efeito da solarização do solo sobre a população de *Pseudomonas* spp. fluorescente antagonista a *Rhizoctonia solani* Kühn GA 4 HGI. Botucatu, 2001. **Dissertação (mestrado)** – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2001.

ELMORE, C.L. Weed control by solarization. In: KATAN, J.; DeVAY, J.E. Soil solarization. Boca Raton: CRC Press, 1991. cap.5, p.61-72.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2.ed. rev. atual. Rio de Janeiro, 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).

EMBRAPA. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa - SPI; Rio de Janeiro: Embrapa - Solos, 2006. 306 p.

FIUME, F. L'impiego dell'apprestamento protettivo per la solarizzazione del terreno nelle colture protette in Italia meridionale. *Informatore Fitopatologico*, n.44, p.52-57, 1994.

FONTES, J. R. A.; SHIRATSUCHI, L. S.; NEVES, J. L.; JÚLIO L. de.; FILHO J. S.. Manejo integrado de plantas daninhas. Planaltina, DF: **Embrapa Cerrados**, 2003. 48 p.— Documentos / Embrapa Cerrados, ISSN 1517-5111; 103) 1. Planta daninha - manejo. 2. Impacto ambiental. 3. Agricultura sustentável. I. Neves, Jonas Lopes. II. Título. III. Série

GHINI, R. Desinfestação do solo com uso de energia solar; Solarização e Coletor Solar. Jaguariuna: Embrapa-CNPMA, 1997. 29p. (EmbrapaCNPMA. Circular 1).

GHINI, R.; PATRÍCIO, F.R.A.; SOUZA, M.D.; SINIGAGLIA, C.; BARROS, B.C.; LOPES, M.E.B.M.; TESSARIOLI NETO, J.; CANTARELLA, H. Efeito da solarização do solo sobre propriedades físicas, químicas e biológicas dos solos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.27, p.7-19, 2003.

GRAVENA, R.; RODRIGUES, J.P.R.G; SPINDOLA, W.; PITELLI, R.A.; ALVES,P.L.C.A. Controle de plantas daninhas através da palha de cana-de-açúcar associada à mistura dos herbicidas trifloxysulfuron sodium + ametrina. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p. 419 – 427, 2004.

GREENBERGER, A.; YOGEV, A.; KATAN, J. Induced suppressiveness in solarized soils. **Phytopathology**, Lancaster, v.77, p. 1663-1667, 1987.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA – INMET – disponível em <http://www.inmet.gov.br/sonabra/maps/automaticas.php>, acessado em 27 de junho de 2013.

JAKELAITS, A.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A. da. Manejo integrado de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) em culturas de milho e feijão em sistema de plantio convencional e direto. In: ZAMBOLIM, L. (Ed.). Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô-central e plantio direto. Viçosa, MG: Editora UFV, 2001.722 p.

KATAN, J., GREENBERGER, A.; ALON, H. Solar heating by polyethylene mulching for the control of diseases caused by soilborne pathogens. *Phytopathology*, Saint Paul, v. 66, p.683-688, 1976.

KATAN, J. Solar heating (solarization) of soil for control of soilborne pests. **Annual Review of Phytopathology**, v.19, p.211-236, 1981.

KATAN, J., MAHRER, I., AVISSAR, R., NOAT, O., GAMLIEL, A. Intensified soil solarization with closed glass houses. *Phytopathology*, v. 76, p. 1094, 1986.

KATAN, J.; DEVAY, I.E. Soil solarization. Boca Raton: CRC Press, 1991. 267p.

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

KODAMA, T., FUKUY, T. Solar heating in closed plastic house for control for soil-borne diseases V. application for control of Fusarium wilt of strawberry. Ann. Phytopathol. Soc. Jpn., v. 48, p.570-7, 1982.

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, 1995.

LOPES, M.E.B.M.; GHINI, R.; TESSARIOLI, J.; PATRÍCIO, F.R.A. Solarização do solo para o controle de *Pythium* spp. na cultura do pepino em cultivo protegido. *Summa Phytopathologica*, Botucatu, v.26, p.224-227, 2000.

LORENZI, H. Manual de identificação e controle de plantas daninhas: plantio direto e convencional. 6. ed. São Paulo: Instituto Plantarum, 2006. 339 p.

MAHRER, Y. Physical principles of solar heating of soils by plastic mulching in fields and in glasshouses and simulation models. In: KATAN, J., DEVAY, J.E. Soil solarization. London: CRC, 1991. p.75-86.

MARCHI, G. Controle de plantas daninhas na agricultura orgânica: Solarização do solo passo a passo, **AGROSOFT BRASIL**, EMBRAPA CERRADOS, Publicação 11/12/2007, Impresso 01/10/2012.

PITELLI, R. A. Interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. **Inf. Agropec.**, Belo Horizonte, v. 11, n. 129, p. 16-27, 1985.

PITELLI, R. A. Competição e Controle das Plantas Daninhas em áreas Agrícolas. Série Técnica IPEF, Piracicaba, v.4, n.12, p. 1 – 24, Set. 1987.

PULLMANN, G.S.; DEVAY, J.E.; GARBER, R.H.; WEINHOLD, A.R. Soil solarization: effects on *Verticillium dahliae*, *Pythium* spp., *Rhizoctonia solani*, and *Thielaviopsis basicola*. *Phytopathology*, v.71, p.954-959, 1981.

RADOSEVICH, S.R.; HOLT, J.; GHERSA, C. Physiological aspects of competition. In: **Weed ecology: Implication for managements**. New York: John Willey, 1996. p.217-301.

RICCI, M. dos S.F.; ALMEIDA, D.L. de; GUERRA, J.G.M. Efeito da solarização na população infestante de tiririca (*Cyperus rotundus*) e na produção de hortaliças. **Seropédica: Embrapa-CNPAB**, 1997. 5p. (Embrapa-CNPAB. Comunicado Técnico, 18).

RICCI, M. dos S.F.; ALMEIDA, D.L. de; CANTANHEIDE, M. C. S.; FERNANDES, M. C. A.; RIBEIRO, R. de L. D. Efeitos da solarização do solo na densidade populacional da Tiririca e na produtividade de hortaliças sob manejo orgânico. **Revista Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, nº 11, p. 2175-2179, nov. 2000.

SCANNAVINI, M.; ANTONIACCI, L.; COBELLI, L.; BRUNELLI, A. Esperienze di solarizzazione del terreno in Emilia-Romagna per il contenimento del marciume del colletto della lactuga. *Informatore Fitopatologico*, n.43, p.30-35, 1993.

SILVA, A. C.; FERREIRA, F. A.; FERREIRA L. R. Manejo Integrado De Plantas Daninhas Em Hortaliças. **Pesquisa e Tecnologia**, vol. 3, n.2, Jul - Dez 2006.

SILVA M. G.; SHARMA R. D.; JUNQUEIRA A. M. R.; OLIVEIRA C. M. Efeito da solarização, adubação química e orgânica no Controle de nematóides em alface sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira** 24: p. 489-494, 2006.

SIMÕES, P.S. GIROTTO, M.; FELIPE, A.L.S.; JUNIOR, C.E.I.; BUENO, C.E.M.S.; RICARDO, H.A.; D.P.; EPIPHANIO, P.D.; BARROS, B.M.C. Efeito Da Solarização Do Solo No Controle De *Cyperus Rotundus* na Horticultura Orgânica. **Revista Científica Eletrônica De Agronomia** – Periodico anual, Ano X –Número 20 –Dezembro de 2011.

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 pelasolarização do solo e sua integração com controle químico. **Summa Phytopathologica**, v.27, n.2, p.229-235, 2001.

SINIGAGLIA, C.; BARROS, B. C.; CABRAL, O.; FREITAS, S. T.; NETO, J. T.; PATRICIO, F. R. A. Solarização do solo na cultura do morangueiro. Centro Experimental Central do **Instituto Biológico**, Campinas, São Paulo, v. 69 (supl.), p. 1-306, 2002.

SHAW, W. C. – Integrated weed management systems technology for pest magement. *Weed Science*. 30 (supl.1): 2-12, 1982.

SOUZA, L. S.; VELINI, E. D.; MARTINS, D.; ROLSOLEM, C. A. Possíveis efeitos alelopáticos de *Brachiaria decumbens* sobre o crescimento inicial de limão cravo (*Citrus limonia*). *Planta Daninha*. v. 15. N. 2. P. 122-129, 1997.

STAPLETON, J.J.; QUICK, J.; DEVAY, J.E. Soil solarization: effects on soil properties, crop fertilization and plant growth. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.17, p.369-377, 1985.

STAPLETON, J.J.; DEVAY, J.E. Soil solarization: a non-chemical approach for management of plant pathogens and pests. **Crop Protection**, Guildford, v.5, p.190-198, 1986.

STAPLETON, J.J.; DEVAY, J.E. Soil solarization: a natural mechanism of integrated pest management. In: REUVENI, R. (Ed.) *Novel approaches to integrated pest management*. Boca Raton: CRC Press, 1995. cap.15, p.309-350.

WELVAERT, W., POPPE, J. Influence of plast mulching and disinfection on the fungal flora of soil in Belgium. *Eppo (Eur. Mediterr. Plant Prot. Org.) Bull.*, v.16, p.311-6, 1986.

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

7. APÊNDICE

Tratamento 1						
0 dia	5 dias	10 dias	15 dias	20 dias	25 dias	30 dias
			Repetição 2			
Repetição 1	Repetição 3	Repetição 2		Repetição 2	Repetição 3	Repetição 1
Repetição 3					Repetição 2	
	Repetição 1		Repetição 1	Repetição 3		
		Repetição 3			Repetição 1	Repetição 3
	Repetição 2		Repetição 2	Repetição 1		
Repetição 2		Repetição 1				Repetição 2
Testemunha						
Tratamento 2						
0 dia	5 dias	10 dias	15 dias	20 dias	25 dias	30 dias
Repetição 3	Repetição 1	Repetição 3	Repetição 3	Repetição 1		
					Repetição 2	Repetição 2
Repetição 2	Repetição 3	Repetição 2				
			Repetição 1			
Repetição 1		Repetição 1		Repetição 3	Repetição 3	Repetição 3
	Repetição 2		Repetição 2	Repetição 2	Repetição 1	Repetição 1

Apêndice 1. Croqui do experimento.