

Efeito da solarização do solo no controle de ervas espontâneas em uma área de Caatinga na Paraíba, Brasil

Carlos Alberto Lins Cassimiro^{1*} , Vanessa Gabrielle Nóbrega Gomes¹ , Fabiane Rabelo da Costa Batista¹ , Alysson Gomes de Lima¹ , Francisco de Sales Oliveira Filho² 

1 Instituto Nacional do Semiárido, Avenida Francisco Lopes de Almeida, s/n, Serrotão, Campina Grande, Paraíba, Brasil.

2 Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, Campus Sousa, Avenida Presidente Tancredo Neves, s/n, Sousa, Paraíba, Brasil.

* Autor para correspondência: cassimiro.carlos@insa.gov.br

Recebido em 15 de janeiro de 2020.

Aceito em 28 de junho de 2021.

Publicado em 15 de julho de 2021.

Resumo - A Caatinga é um bioma exclusivamente brasileiro, caracterizado por baixas precipitações e altas temperaturas durante o ano. Atividades antrópicas agrícolas e urbanas são os fatores principais de degradação desse bioma, favorecendo o surgimento de ervas espontâneas (daninhas), que se estabelecem com vigor após perturbações ecológicas. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da técnica de solarização do solo como medida mitigadora de ervas espontâneas em uma área de Caatinga, Paraíba, Brasil. O experimento foi realizado no Instituto Nacional do Semiárido (INSA), usando o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e nove repetições: (solo autoclavado; solo solarizado; solo natural; solo solarizado + esterco bovino). Registramos a germinação de 67 plântulas de ervas espontâneas pertencentes a 13 espécies no tratamento de solo natural e 7 plântulas de 5 espécies no tratamento de solo solarizado + esterco bovino. Poaceae foi a família predominante, com cinco espécies. O tratamento com solarização apresentou supressão total da germinação, assim como o solo esterilizado por autoclavagem, no qual ocorreu a germinação de apenas uma espécie. A solarização por 45 dias, realizada sobre as condições edafoclimáticas de Campina Grande, Paraíba inibiu totalmente a emergência de ervas espontâneas no solo da Caatinga.

Palavras-chave: Agroecologia. Germinação. Semiárido. Solo esterilizado.

Effect of soil solarization on spontaneous herbs control in a Caatinga area in Paraíba, Brazil

Abstract - The Caatinga is a biome that occurs exclusively in Brazil, being characterized by low rainfall and high temperatures throughout the year. Anthropogenic actions (e.g. agricultural and urban activities) are the main factors of degradation of this biome, favouring the emergence of spontaneous herbs (weeds), which establish themselves vigorously after ecological disturbances. Therefore, the aim of this study was to evaluate the effect of soil solarization on the emergence of spontaneous herbs in a Caatinga area, Paraíba state, Brazil. The experiment was conducted at the National Institute of Semiarid (INSA), through an entirely randomized experimental design, arranged in a factorial scheme, with four treatments and nine replications: (autoclaved soil; solarized soil; natural soil; solarized soil + cattle manure). The germination of 67 seedlings belonging to 13 spontaneous herbs species in the natural soil treatment were reported, with 7 seedlings belonging to

5 species and solarized soil + cattle manure treatment. Poaceae was the predominant family, with five species. The solarization soil presented total suppression of germination, as well as the autoclaved soil, in which only one species germinated. The soil solarization for 45 days under the edaphoclimatic conditions of the Campina Grande municipality, Paraíba, completely inhibited the emergence of spontaneous herbs in the Caatinga soil.

Keywords: Agroecology. Germination. Semiarid. Sterilized soil.

Efecto de la solarización del suelo en el control de hierbas espontáneas en un área de Caatinga en Paraíba, Brasil

Resumen - La Caatinga es un bioma que ocurre exclusivamente en Brasil y se caracteriza por la escasez de lluvias y las altas temperaturas durante todo el año. Las acciones antropogénicas (actividades agrícolas y urbanas) son los principales factores de degradación de este bioma, favoreciendo la aparición de hierbas espontáneas, que se establecen vigorosamente después de las perturbaciones ecológicas. Por lo tanto, el objetivo fue evaluar el efecto de la solarización del suelo sobre la aparición de hierbas espontáneas en un área de Caatinga, Paraíba, Brasil. El experimento se realizó en el Instituto Nacional do Semiárido (INSA), con cuatro tratamientos y nueve repeticiones: (suelo esterilizado; suelo solarizado; suelo natural; suelo solarizado + estiércol de ganado). Se registró la germinación de 67 plántulas pertenecientes a 13 especies de hierbas espontáneas en el tratamiento suelo natural y 7 plántulas pertenecientes a 5 especies en el tratamiento suelo solarizado + estiércol de ganado. Poaceae fue la familia predominante, con cinco especies. El tratamiento suelo solarizado mostró supresión total de la germinación, así como el suelo esterilizado en el que solo germinó una especie. La solarización del suelo durante 45 días en las condiciones edafoclimáticas del municipio de Campina Grande, Paraíba inhibió por completo la aparición de hierbas espontáneas en el suelo de la Caatinga.

Palabras-clave: Agroecología. Germinación. Semiárido. Suelo esterilizado.

Introdução

A delimitação geográfica da Caatinga no semiárido brasileiro é caracterizada por baixa precipitação hídrica e elevadas temperaturas durante o ano, vegetação heterogênea com elementos florísticos de pelo menos quatro biomas diferentes (Menezes et al. 2008; Queiroz et al. 2017; Fernandes e Queiroz 2018). O termo Caatingas, no plural, é o que melhor caracteriza esse bioma, pois tem alta heterogeneidade em relação a flora, fauna, solo e condições climáticas em função do tempo e espaço geográfico (Alves et al. 2009; Siqueira-Filho et al. 2012).

No semiárido brasileiro, aproximadamente 80% das áreas de atividades agropecuárias são pastagens para rebanhos, associadas, na maioria dos casos, a grupos de agricultores familiares, sendo áreas degradadas com baixo nível de fertilidade do solo (Araújo Filho 2013). As atividades antrópicas agrícolas e urbanas são os principais fatores de degradação da Caatinga, onde a destruição de habitats naturais é usada para diversos fins de ocupação da terra (CGEE 2016; Silva et al. 2017).

No tocante a geologia do semiárido, esta, em geral, é composta por solos com afloramento rochoso, embasamento cristalino e com abundância de águas subterrâneas (Araújo Filho 2013). Devido ao uso equivocado de atividades agropecuárias, como retirada da cobertura vegetal, broca dos roçados (queima) e superpopulação pecuária em pequenas áreas, as Caatingas veem sofrendo drásticas

perdas da capacidade produtiva da terra (Vieira *et al.* 2017). Uma consequência da degradação dos ambientes naturais por atividades antropogênicas e que afeta principalmente a agricultura é o surgimento de ervas espontâneas (daninhas), que se estabelecem com vigor após grande perturbação (Maciel *et al.* 2007; Maciel *et al.* 2010; Primavesi 2018).

As ervas daninhas interferem em mais de 50% da produtividade de algumas culturas agrícolas, seja por competição nutricional e de recursos abióticos ou por liberação de substâncias alelopáticas maléficas no solo (Pessoa *et al.* 2017). Contudo, qualquer sociologia vegetal é criada pelo tipo e estado físico, químico e biológico solo (Primavesi 2018), sendo assim, o surgimento destas ervas é uma resposta natural à pauperização ecológica do ambiente.

O modelo de agricultura industrial ou agronegócio se baseia na simplificação dos agroecossistemas, onde as intervenções se baseiam no uso de agrotóxicos, herbicidas e fertilizantes sintéticos, que apesar de elevarem a produtividade, acarretam diversos danos ambientais e sociais (Gliessman 2000; Altieri 2012; Primavesi 2018). O Brasil é o terceiro maior consumidor mundial de agrotóxicos (Ortiz 2012), com destaque para o uso de herbicidas em sistema convencional de agricultura. Esse produto usa a água como via de aplicação, que em sua maioria é lixiviado para corpos aquáticos antes mesmo do efeito desejado (Tavella *et al.* 2011), ocasionando sua eutrofização (Cunha-Santino e Buzelli 2013; Fonseca *et al.* 2019) e afetando o ecossistema como um todo.

Diversas pesquisas vem utilizando técnicas sustentáveis para o controle de ervas espontâneas buscando a diminuição de resíduos químicos na agricultura e consequente diminuição da poluição ambiental, como por exemplo bioherbicidas, solarização do solo e cobertura morta (Abouziena e Haggag 2016; Maia Júnior *et al.* 2018; Maia Júnior *et al.* 2019; Witter *et al.* 2019).

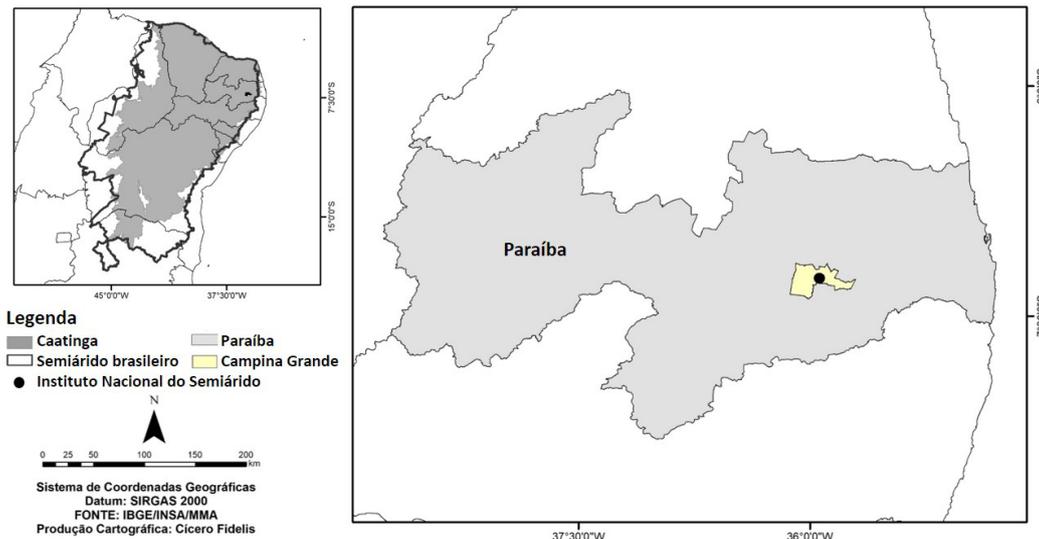
Diante das características climáticas de semiaridez, com altas temperaturas e baixa precipitação (Araújo Filho 2013), a técnica de solarização do solo é compatível e bem contextualizada com o bioma Caatinga, além de ser de fácil manejo e baixo custo. A solarização utiliza a radiação solar abundante, potencializando-a para promover elevação passiva de temperatura da camada mais superficial do solo a níveis letais para as sementes, microrganismos e ou estruturas vegetativas das plantas (Baptista *et al.*, 2006; Candido *et al.*, 2011; Oliveira e Brighenti 2018). No entanto, pesquisas tem demonstrado resultados dicotômicos em relação a supressão de ervas espontâneas do solo usando a técnica de solarização, com exemplos que alcançaram o objetivo e outros que não (Maia Júnior *et al.* 2018; Maia Júnior *et al.* 2019; Witter *et al.* 2019), sendo necessários mais estudos que avaliem a eficiência desta técnica.

Neste sentido, o objetivo deste estudo foi avaliar o efeito da solarização na emergência de ervas espontâneas do solo de uma área de Caatinga do Instituto Nacional do Semiárido (INSA). O solo desta área é utilizado como substrato para o manejo de cactáceas e outras suculentas da coleção botânica do Cactário Guimarães Duque do Instituto.

Material e métodos

O estudo foi desenvolvido entre os meses de janeiro à dezembro de 2020 no Instituto Nacional do Semiárido localizado em Campina Grande, Paraíba, na região oriental do Planalto da Borborema (7°15'8.95" S, 35°56'45.26" W e 508 m de altitude) (Figura 1).

Figura 1. Localização do Instituto Nacional do Semiárido no município de Campina Grande, estado da Paraíba, região Nordeste do Brasil. Produzido por Cícero Fidelis.



O instituto é uma unidade de pesquisa do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) que tem como foco a realização de estudos no semiárido brasileiro, cujo foco deste trabalho foi especificamente no manejo do solo para cultivo de cactáceas da Coleção botânica do Cactário Guimarães Duque (Figura 2). O clima local é tropical, do tipo Aw segundo classificação de Köppen e Geiger, com média anual em torno dos 23,3 °C, máxima de 30,9 °C e mínima de 18,4 °C (Medeiros et al. 2011). A precipitação média anual é de cerca de 800 mm, distribuída irregularmente ao longo do ano (Cavalcante et al. 2017).

Figura 2. Coleção botânica do Cactário Guimarães Duque do Instituto Nacional do Semiárido, Campina Grande, Paraíba, Brasil. Fotos: Felipe Lavorato e Carlos Cassimiro.

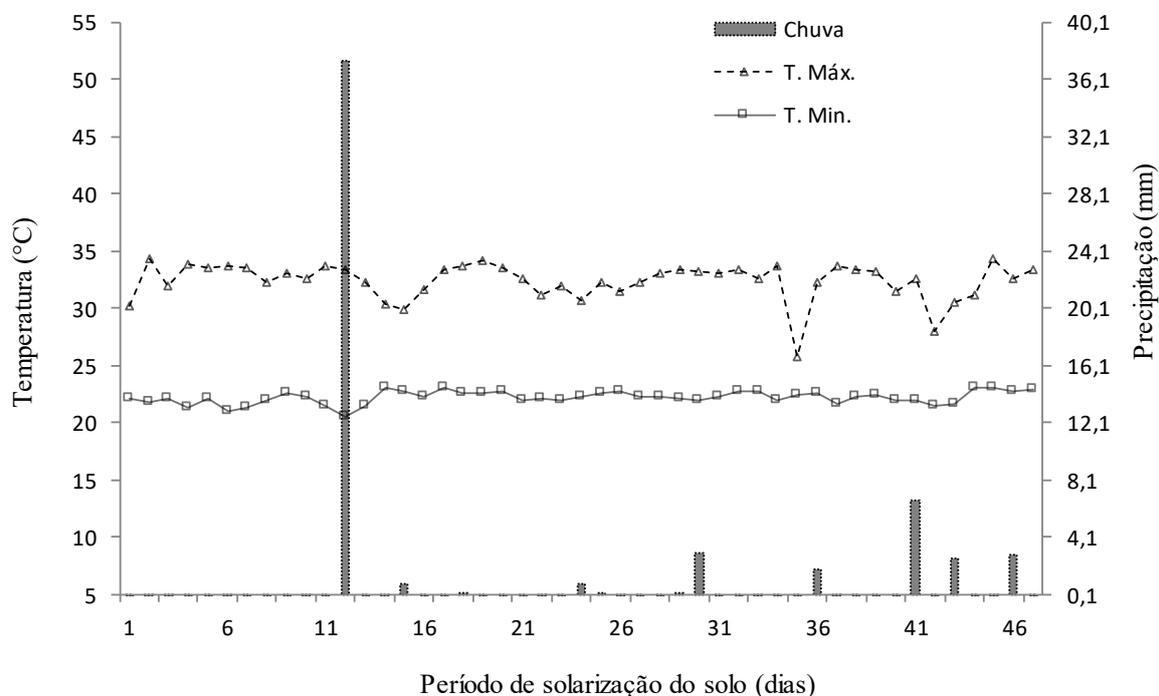


O experimento de germinação foi conduzido em casa de vegetação coberta com telha de polietileno transparente. Esse tipo de material permite a passagem parcial da luminosidade do ambiente externo e proporciona a proteção da água da chuva. Para a montagem do experimento adotamos o delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e nove repetições, dispostos em esquema fatorial 4 x 9. Os tratamentos foram constituídos por: T1 (solo

autoclavado); T2 (solo solarizado); T3 (solo natural: controle) e T4 (solo solarizado + esterco bovino), totalizando 36 parcelas amostrais.

O solo para o experimento foi coletado de uma área de Caatinga de propriedade do INSA, com profundidade de 10 cm, peneirados e manejado de acordo com cada tratamento. As amostras de solo para a solarização e autoclavagem foram peneiradas em peneira com malha de 2 mm, e em seguida passaram pelos seguintes processos: a) Autoclavagem: solo esterilizado em autoclave por 1 hora à temperatura de 102°C; b) Solarização: solo isolado com lona plástica de polietileno transparente de 150 micra a pleno sol, umedecido e com tempo de exposição de 45 dias, sob as condições climáticas do período de janeiro/fevereiro de 2020 (Figura 3).

Figura 3. Médias de temperatura e precipitação durante o período experimental, janeiro-fevereiro 2020, Campina Grande, Paraíba, Brasil.



Em cada tratamento os solos foram dispostos sobre bandejas de isopor (27,5 x 15 x 1,4 cm) preenchidas com 400 g do respectivo material. Após o preenchimento cada bandeja foi condicionada a capacidade de campo do solo pelo método de gravimetria proposto por Bernado et al. (2006), a fim de garantir as condições ideais para germinação do banco de sementes.

A avaliação do experimento se deu através do monitoramento diário ao longo de 30 dias consecutivos. Adotamos como critério de germinação a emergência dos cotilédones, com o consequente surgimento do hipocótilo. As variáveis mensuradas foram: Índice de velocidade de germinação (IVG) calculando-se o somatório do número de plântulas germinadas a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos entre a semeadura e germinação de acordo com a metodologia descrita por Maguire (1962); Porcentagem de germinação (PPG), correspondente à porcentagem total de sementes germinadas até o 30º dia após a indução da germinação dos tratamentos.

Para identificação das plântulas, o cultivo foi mantido por 240 dias após o término do acompanhamento germinativo dos tratamentos, onde utilizamos o Manual de identificação e controle de plantas daninhas (Lorenzi 2014), Manual de plantas infestantes (Moreira 2011) bem como consultas à especialistas, sendo possível separá-las por família, espécie e nome popular.

Contabilizamos o número de espécies germinadas em cada tratamento e comparamos diferenças de IVG, PPG e TGERM entre os tratamentos através de análise de variância pelo teste F ($P < 0,05$) aplicando-se o teste de Turkey *a posteriori*, usando o software estatístico Sisvar 5.6.

Resultados e discussão

Durante o experimento registramos a germinação de 13 espécies, distribuídas em 8 famílias botânicas, incluindo ervas espontâneas e plantas nativas da Caatinga (Tabela 1). Os tratamentos com maior germinação foram solo natural (T3) com 67 plântulas pertencentes a 13 espécies e solo solarizado + esterco bovino (T4) com 7 plântulas e 5 espécies. Em ambos os tratamentos, Poaceae foi a família predominante (Tabela 1). Witter et al. (2019) encontraram resultado similar ao trabalhar com a fitossociologia e supressão de plantas daninhas sob efeito da solarização e cobertura com capim-elefante, onde foi observada predominância de representantes da família Poaceae. Igualmente, Silva et al. (2008) em um levantamento florístico das plantas daninhas em um parque público de Campina Grande, Paraíba observaram que as gramíneas predominavam. Esse comportamento está associado a fisiologia das Poaceae, onde alguns representantes expressam estratégias de desenvolvimento e propagação eficientes sob condições de estresses ambientais (Bora 2019).

Tabela 1. Lista de espécies identificadas no experimento do efeito da solarização no controle de ervas espontâneas no solo da Caatinga, Campina Grande, Paraíba, Brasil.

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	NOME POPULAR	TRATAMENTOS			
		T1	T2	T3	T4
AMARANTHACEAE					
<i>Amaranthus bitum</i> L.	Caruru	-	-	✓	-
ASTERACEAE					
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	Carrapicho-do-campo	-	-	✓	-
CYPERACEAE					
<i>Cyperus rotundus</i> L.	Tiririca	-	-	✓	-
EUPHORBIACEAE					
<i>Croton blanchetianus</i> Baill.	Marmeleiro	-	-	✓	-
FABACEAE					
<i>Centrosema pubescens</i> Benth.	Jequitirana	-	-	✓	-
<i>Mimosa tenuiflora</i> (Willd.) Poir.	Jurema-preta	✓	-	✓	-
MALVACEAE					
<i>Aids rhombifolia</i> L.	Vassourinha	-	-	✓	-

FAMÍLIA/ ESPÉCIE	NOME POPULAR	TRATAMENTOS			
		T1	T2	T3	T4
POACEAE					
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf.	Capim-braquiária	-	-	✓	✓
<i>Digitaria horizontalis</i> Willd	Capim-colchão	-	-	✓	-
<i>Eleusine indicatas</i> (L.) Gaertn.	Capim-pé-de-galinha	-	-	✓	✓
<i>Melinis minutiflora</i> P. Beauv.	Capim-catingueiro	-	-	✓	✓
<i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.	Capim-do-banhado	-	-	✓	✓
SOLANACEAE					
<i>Physalis angulata</i> L.	Camapu	-	-	✓	✓

(✓) = Indica germinação; (-) = sem germinação; T1: solo autoclavado; T2: solo solarizado; T3: solo natural e T4: solo solarizado + esterco bovino.

As espécies da família Poaceae possuem perenidade e conseguem produzir grandes quantidades de sementes com alto poder germinativo, o que, conseqüentemente, garante sua disseminação e colonização, mesmo em condições ambientais adversas (Holm et al. 1991). Essas características garantem sua predominância em diversos ambientes agrícolas desequilibrados, o que pode justificar os resultados encontrados no presente trabalho. Ademais, devido sua estratégia competitiva e potencial de resiliência essas espécies podem ser usadas de forma eficaz para combater outras ervas daninhas. Bulegon et al. (2012) utilizaram, por exemplo, a espécie *Brachiaria brizantha* no cultivo consorciado com o milho dentro de um sistema de integração lavoura-pecuária, e foi observado uma redução na infestação de plantas daninhas.

Com relação ao efeito da solarização no solo (T2), não registramos germinação de nenhuma espécie, o qual demonstrou-se totalmente esterilizado quanto ao banco de sementes (Tabela 1). Do mesmo modo, no solo autoclavado (T1) ocorreu a germinação de apenas uma espécie. A espécie que germinou no solo autoclavado foi a jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) que é uma planta arbustiva nativa do semiárido brasileiro, com mecanismos de adaptação a estresses abióticos (Fernandes-Júnior et al. 2015) e que possivelmente sofreu redução de dormência das sementes pela temperatura (Zangh et al. 2017) proporcionada pela autoclavagem.

Por outro lado, apesar de utilizar solo solarizado, no tratamento T4 registramos a germinação de 5 espécies, sendo 4 representantes da família Poaceae e um da família Solanaceae (Tabela 1). Esta germinação pode estar associada ao fato de o esterco bovino não ter sido esterilizado previamente, contendo assim um banco de sementes dormente. Dessa forma, recomenda-se solarizar todo o substrato para ter total eficiência na supressão das ervas espontâneas.

Verificamos que as variáveis Total de plantas germinadas (TGERM), Índice de velocidade de germinação (IVG) e Porcentagem de plantas germinadas (PPG) foram influenciadas significativamente, ao nível de 1% de probabilidade, pelos diferentes tratamentos no período avaliado (Tabela 2).

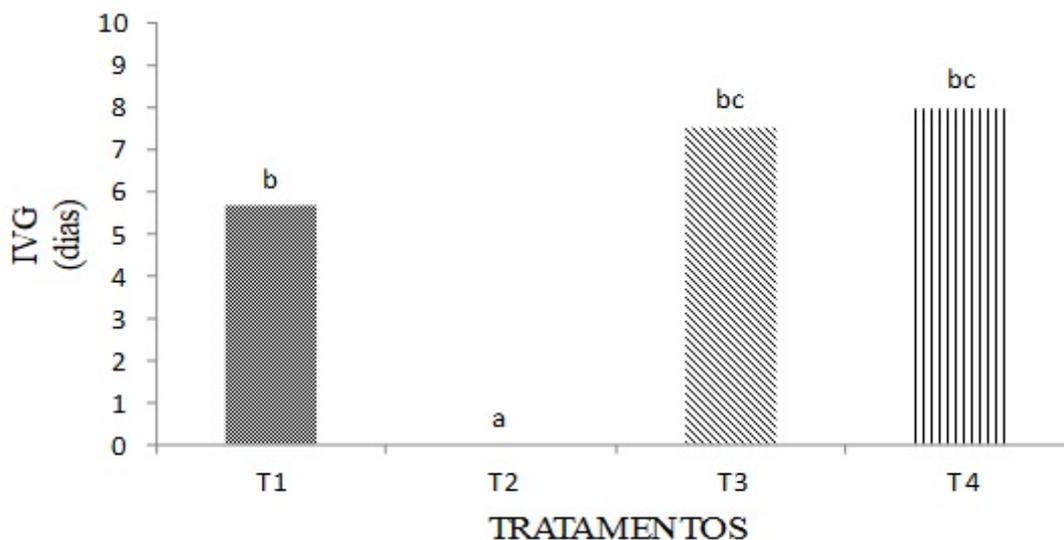
Tabela 2. Resumo da análise de variância (teste F) para as variáveis Índice de velocidade de germinação (IVG) e Porcentagem de plantas germinadas (PPG), 30 dias após a germinação, Campina Grande, Paraíba, Brasil.

Fonte de Variação	Valores dos Quadrados Médios	
	IVG	PPG
TRAT	121.309845**	18507.806031**
REPS	1.01	10.33
ERRO	1.31	10.52
CV (%)	21,65	11,68

NS = Indica que as diferenças não são significativas; * P < 0.05; ** P < 0.01; CV = Coeficiente de variação

Com relação ao IVG pode ser verificado que no tratamento T2 não ocorreu germinação ao longo do experimento, confirmando o efeito da solarização do solo na supressão de ervas espontâneas e eliminação do banco de sementes (Figura 4). Segundo Johnson III et al. (2007) e Candido et al. (2011) a radiação solar abundante promove a elevação passiva de temperatura do solo a níveis letais para as sementes. Os demais tratamentos apresentaram um pico germinativo entre o sexto e oitavo dia, sem nenhuma germinação posterior.

Figura 4. Índice de velocidade de germinação no experimento de efeito da solarização do solo no controle de ervas espontâneas do solo da Caatinga, Campina Grande, Paraíba, Brasil. T1: solo autoclavado; T2: solo solarizado; T3: solo natural e T4: solo solarizado + esterco bovino. Letras diferentes indicam diferenças entre os tratamentos.

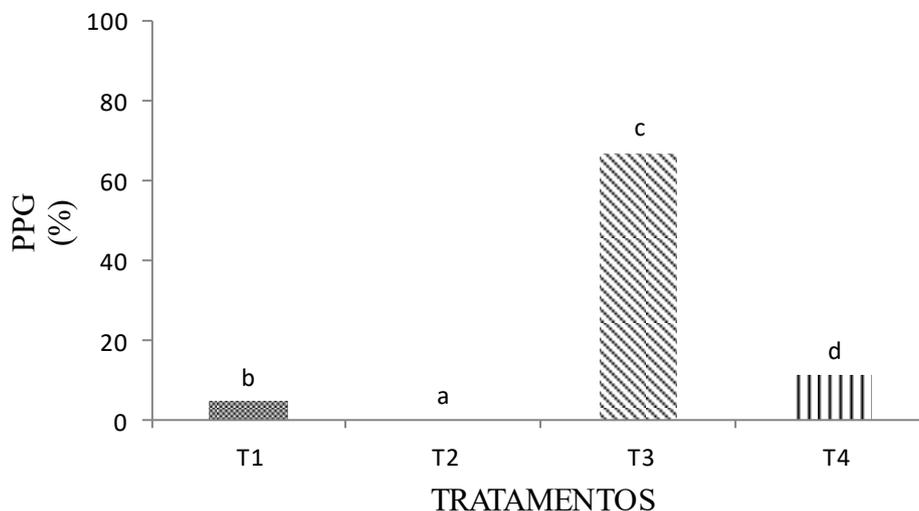


A germinação é um dos estágios primordiais para os vegetais, onde fatores abióticos e bióticos desencadeiam processos bioquímicos a partir do intumescimento da semente (Barrôco et al. 2005). As espécies vegetais que se desenvolvem na Caatinga apresentam mecanismos fisiológicos e morfológicos para interagir com as características climáticas do bioma que é marcado principalmente por altas temperaturas e baixa precipitação (Kranner et al. 2010; Seal 2012; Dantas 2019).

Nas regiões semiáridas, as condições climáticas favorecem períodos curtos de precipitação com duração e intensidade variável, o que influencia na anatomia e fisiologia da vegetação (Salazar 2011), possibilitando a formação de banco de sementes no solo (Honda 2007). Como supracitado, as plantas que se estabelecem na Caatinga devem responder rápido quanto ao seu desenvolvimento aos primeiros sinais de chuva, germinando em abundância no curto período da estação chuvosa (Meiado et al. 2012). Tal comportamento pode ser observado nos tratamentos (T3 e T4), onde ocorre uma alta taxa de germinação em um curto espaço de tempo.

Com relação ao total de plantas germinadas (PPG), observou-se que a solarização erradicou o banco de sementes do solo, nas condições edafoclimáticas de Campina Grande, Paraíba durante o período de condução do experimento ($P < 0.01$). A figura 5 mostra que tanto a solarização quanto a autoclavagem foram eficientes em inibir significativamente a emergência de ervas espontâneas. Já o solo natural (T3), sem tratamento, ou “controle” teve um total de 67 plântulas germinadas, enquanto o solo solarizado + esterco bovino (T4) apresentou 7 plântulas germinadas (Figura 5), o que corresponde a uma porcentagem de germinação (PPG) de 11%. A germinação de plântulas no T4 possivelmente está associada ao esterco usado nesse tratamento, resultado da endozoocoria que ocorre quando os animais ingerem as sementes e as mesmas ficam nos dejetos germinando posteriormente no ambiente (Janzen 1970).

Figure 5. Porcentagem de plantas germinadas (PPG) no experimento de efeito da solarização do solo no controle de ervas espontâneas do solo da Caatinga, 30 dias após a germinação, Campina Grande, Paraíba, Brasil. T1: solo autoclavado; T2: solo solarizado; T3: solo natural e T4: solo solarizado + esterco bovino. Letras diferentes indicam diferenças entre os tratamentos.



As ervas daninhas são uma resposta da natureza ao desequilíbrio ambiental provocado pelo sistema agrícola de monocultivo, onde há uma simplificação do ecossistema, causando uma entropia nas cadeias tróficas que conseqüentemente faz-se surgir pragas, doenças e ervas espontâneas (Gliessman 2000; Altieri 2012; Primavesi 2018) induzindo a insustentabilidade ambiental, social e econômica (Boff 2015).

Bangarwa et al. (2008) ao avaliar a eficiência de controle de *Cyperus rotundus* em cultivo orgânico de pimentão (*Capsicum annum* L.) com a técnica de solarização e controle mecânico, não

observaram a supressão da erva daninha supracitada, concluindo que ambas eram ineficientes no controle dessa problemática agrícola. Tal resposta diverge dos achados do presente trabalho, onde a solarização do solo por 45 dias nas condições edafoclimáticas de Campina Grande, Paraíba foram eficazes na eliminação de *C. rotundus*. O clima, tempo de solarização e material usado podem ter sido a causa da divergência.

Para que a germinação aconteça, as sementes dependem de condições semelhantes ao crescimento vegetativo, onde água, oxigênio e temperaturas devem ser adequados, de acordo com as características de cada espécie (Kerbauy 2008; Taiz et al. 2017;). A solarização cria uma condição adversa que induz a morte do embrião das sementes. Maia Júnior et al. (2018) trabalharam com manejo e cobertura do solo para controle de plantas daninhas em feijão caupi, e observaram que *C. rotundus*, *Brachiaria decumbens* e *Amaranto deflexo* L. exibiram alta frequência de germinação em solo solarizado e não solarizado. Segundo os autores, a eficiência da solarização sobre a supressão das plantas daninhas é dependente da espécie vegetal (Maia Júnior et al. 2019).

Witter et al. (2019) ao avaliar a fitossociologia e supressão de plantas daninhas sob efeito da solarização e cobertura com capim-elefante, concluiu que a solarização por 20 dias não foi eficiente para controle de ervas daninhas na região de Santa Catarina. Neste caso, a ineficiência da solarização foi atribuída ao curto tempo de exposição do solo, visto que a técnica exige um mínimo de 30 dias em épocas do ano mais quentes e com baixa precipitação (El-Keblawy e Al-Hamadi 2009; Candido et al. 2012; Talebi e Golparvar 2013).

A solarização é uma técnica agrícola que tem um grande poder de capilaridade social, pois é de baixo custo e fácil manejo, sendo acessível a qualquer agricultor familiar que não disponha de capital e/ou mão de obra para melhorar sua produtividade agrícola. Uma vez que utilize materiais biodegradáveis pode caracterizar-se como uma técnica agrícola sustentável. Quando comparada a autoclavagem, embora tenha se mostrado mais eficiente (Figuras 4 e 5), a solarização tem como desvantagem o tempo necessário para ser efetiva, que é de, no mínimo, 30 dias sob condições climáticas específicas, enquanto a autoclavagem gasta apenas 1 hora em todo o processo. Contudo, conforme pontuado por Abouziena e Haggag (2016), não se trata de ser a melhor ou pior técnica, uma vez que a eficiência do manejo das ervas daninhas deve integrar várias técnicas e saberes, visando assim a sustentabilidade agrícola.

Conclusão

A técnica de solarização com lona plástica de polietileno transparente aplicada durante 45 dias nas condições edafoclimáticas de Campina Grande, Paraíba inibiu totalmente a emergência de ervas espontâneas no solo da Caatinga e sua aplicabilidade configura-se como promissora para um manejo sustentável da coleção botânica do Cactário Guimarães Duque bem como em outros cultivos e na agricultura familiar.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Cnpq) pelas bolsas concedidas à CALC [300750/2021-8], AGL [300739/2021-4] e VGNG [300761/2021-0].

Participação dos autores: CALC, AGL, FSOF - Concepção e desenho amostral do estudo; CALC, AGL - Instalação do experimento e coleta de dados; CALC, VGNG e FRCB - Análises dos dados e interpretação; CALC, VGNG, FRCB, AGL, FSOF - Estruturação e redação do manuscrito.

Aprovação ética ou licenças de pesquisa: Não se aplica.

Disponibilidade dos dados: Os dados coletados não estão depositados em nenhuma base de dados ou repositórios.

Fomento: Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (Cnpq) concedeu bolsas à CALC (processo: 300750/2021-8), AGL (processo: 300739/2021-4) e VGNG (processo: 300761/2021-0).

Conflito de Interesses: os autores declaram não haver conflito de interesse.

Referências

- Abouziena HE, Haggag WM. 2016. Weed control in clean agriculture: a review. *Revista Plantas Daninhas* 34(2):377-392. <https://doi.org/10.1590/S0100-83582016340200019>
- Altieri M. 2012. *Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável*. 3 ed., São Paulo: Expressão Popular, 400p.
- Alves JJA, Araújo MA, Nascimento SS. 2009. Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. *Revista Caatinga* 22(3):126-135.
- Araújo Filho JA. 2013. *Manejo Pastoral Sustentável da Caatinga*. Recife: Projeto Dom Helder Câmara, 200p.
- Bangarwa SK, Norsworthy JK, Jha P, Malik M. 2008. Purple nutsedge (*Cyperus rotundus*) management in an organic production system. *Weed Science* 56(4):606-613. <https://doi.org/10.1614/WS-07-187.1>
- Baptista JM, Souza BR, Pereira W, Carrijo AO, Vidal CM, Charcar MJ. 2006. Solarização do solo e biofumigação no cultivo protegido de tomate. *Horticultura Brasileira* 24(1):47-52.
- Barrôco RM, Poucke KV, Bergervoet JHW, Lieven V, Steven PC, Groot SPC, Inze D, Engler G. 2005. The role of the cell cycle machinery in resumption of postembryonic development. *Plant Physiology* 137(1):127-140. <https://doi.org/10.1104/pp.104.049361>
- Bernado S, Soares AA, Mantovani EC. 2006. *Manual de Irrigação*. 8 ed., Viçosa: UFV, 625p.
- Boff L. 2015. *Sustentabilidade: O que é - O que não é*. 4 ed., Petrópolis: Vozes, 200p.
- Bora LS. 2019. Diferentes populações de uma Poaceae invasora respondem de maneira distinta ao aumento da salinidade. 2019. Universidade Estadual de Maringá. Programa de Pós-graduação em Ecologia de ambientes aquáticos continentais. Dissertação de Mestrado, 32p.
- Bulegon LG, Castagnara DD, Berté NL, Oliveira RCM, Neres AM. 2012. Efeito do consórcio de milho com *Braquiaria brizantha* em diferentes taxas de semeadura sobre a incidência de ervas daninhas. *Cultivando o Saber* 5(4):72-86. <https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/484>
- Candido V, D'Addabbo T, Miccolis V, Castronuovo D. 2012. Effect of different solarizing materials on weed suppression and lettuce response. *Phytoparasitica* 40(2):185-194. <https://doi.org/10.1007/s12600-011-0205-1>
- Candido V, D'Addabbo T, Miccolis V, Castronuovo D. 2011. Weed control and yield response of soil solarization with different plastic films in lettuce. *Scientia Horticulturae* 130(3):491-497. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2011.08.002>
- Cavalcante AMB, Gomes VGN, Vasconcelos GCL, Meiado MV. 2017. *Ex situ* conservation of Cactaceae in the Brazilian Semiarid: Cactarium Guimarães Duque. *Cactus and Succulents Journal* 89:24-27. <https://doi.org/10.2985/015.089.0105>

- CGEE-Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. 2016. Desertificação, degradação da terra e secas no Brasil. Brasília: CGEE, 252p.
- Cunha-Santino MB, Buzelli GM. 2013. Diagnosis and analysis of water quality and trophic state of Barra Bonita reservoir, SP. *Ambiente e Água - An Interdisciplinary Journal Of Applied Science* 8(1):186-205. DOI: 10.4136/ambi-agua.930
- Dantas BF. 2019. Germinação de sementes da Caatinga em um clima futuro. II Simpósio do Bioma Caatinga. Petrolina: Embrapa Semiárido 287:126-133.
- El-Keblawy A, Al-Hamadi F. 2009. Assessment of the differential response of weeds to soil solarization by two methods. *Weed Biology and Management* 9(1):72-78. <https://doi.org/10.1111/j.1445-6664.2008.00320.x>
- Fernandes-Júnior PI, Aidar ST, Morgante CV, Gava CAT, Zilli JE, Souza LSB, Marinho RCN, Nóbrega RSA, Brasil MS, Seido SL, Martins LMV. 2015. The resurrection plant *Tripogon spicatus* (Poaceae) Harbors a diversity of plant growth promoting bacteria in Northeastern Brazilian Caatinga. *Revista Brasileira de Ciência do solo* 39(4):993-1002. <https://doi.org/10.1590/01000683rbcs20140646>
- Fernandes MF, Queiroz LP. 2018. Vegetação e flora da Caatinga. *Ciência e Cultura* 70(4):51-56. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602018000400014>
- Fonseca JE, Alcântara R, Barbosa JEC, Campos PK. 2019. Poluição da água e solo por agrotóxicos. *Revista Científica E-Locução* 1(15):90-99. <https://periodicos.faex.edu.br/index.php/e-Locucacao/article/view/183>
- Gliessman SR. 2000. Agroecologia: Processos Ecológicos em Agricultura Sustentável. Porto Alegre: UFRGS, 639p.
- Holm LG, Pancho JV, Herberger JP, Plucknett DL. 1991. The world's worst weeds. 2nd ed., USA: Krieger Publishing Company, 609p.
- Honda Y. 2007. Ecological correlations between the persistence of the soil seed bank and several plant traits, including seed dormancy. *Plant Ecology* 196(2):301-309. <https://www.jstor.org/stable/40305496>
- Janzen DH. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist* 104(940):501-528.
- Johnson III, WC, Davis RF, Mullinix BG. 2007. An integrated system of summer solarization and fallow tillage for *Cyperus esculentus* and nematode management in southeastern coastal plains. *Crop Protection* 26(11):1660-1666. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2007.02.005>
- Kerbauy GB. 2019. Fisiologia Vegetal. 3 ed., São Paulo: Guanabara Koogan Ltda, 420p.
- Kranner I, Minibayeva FV, Beckett RP, Seal CE. 2010. What is stress? Concepts, definitions and applications in seed science. *New Phytologist* 188(3):655-673. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2010.03461.x>
- Lorenzi H. 2014. Manual de Identificação e Controle de Plantas Daninhas. 7 ed., Nova Odessa: Editora Plantarum, 384p.
- Maciel MAM, Gomes FES, Pinto AC, Cólus IMS, Magalhães NSS, Grynberg NF, Echevarria A. 2007. Aspectos sobre produtos naturais na descoberta de novos agentes antitumorais e antimutagênicos. *Revista Fitos* 3(1):38-59.
- Maciel MAM, Echevarria A, Monteath SAFA, Veiga Jr. VF, Kaiser CR, Gomes FES, Silveira JWS, Sousa RHC, Vanderlinde FA. 2010. Ethnobotany, Chemistry and Pharmacology Studies of the medicinal specimen *Ixora coccinea* Linn. In: Gupta VK, Singh GD, Singh S, Kaul A (Eds), *Medicinal Plants: Phytochemistry, Pharmacology and Therapeutics*, New Delhi: Daya Publishing House, Índia, p. 32-50.
- Maguire JD. 1962. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science* 2(1):176-177. <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- Maia Júnior OS, Andrade RJ, Reis SL, Andrade RL, Gonçalves MCA. 2018. Soil management and mulching for weed control in cowpea. *Pesquisa Agropecuária Tropical* 48(4):453-460. <https://doi.org/10.1590/1983-40632018v48i53564>

- Maia Júnior OS, Andrade JR, Andrade RL, Santos MC, Silva SKL, Medeiros SA, Reis SL. 2019. Solarização e cobertura morta no solo sobre a infestação de plantas daninhas no feijão-caupi (*Vigna unguiculata*). Revista de Ciências Agroveterinárias 18(4):466-473. <https://doi.org/10.5965/223811711832019466>
- Medeiros AMT, Silva MP, Medeiros RM, Lima RCC. 2011. Mudanças Climáticas em Campina Grande-PB: Um Estudo Sobre o Aquecimento Urbano. Revista Brasileira de Geografia Física 2(4):278-285. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v4i2.232724>
- Meiado, MV, Silva FFS, Barbosa DCA, Siqueira-Filho JA. 2012. Diásporos da Caatinga: Uma revisão. In: Siqueira-Filho JA. (Ed), A Flora das Caatingas do Rio São Francisco - História Natural e Conservação, Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio, Rio de Janeiro, Brasil, p. 306-365.
- Menezes HEA, Brito JIB, Santos CAC, Silva LL. 2008. A relação entre a temperatura da superfície dos oceanos tropicais e a duração dos veranicos no Estado da Paraíba. Revista Brasileira de Meteorologia 23(2):152-161. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862008000200004>
- Moreira HJC, Bragança HBN. 2011. Manual de identificação de plantas infestantes: hortifruti. Campinas: FMC Agricultural Products, 1017p.
- Oliveira MF, Brighenti AM. 2018. Controle de Plantas Daninhas: métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia. Brasília, Embrapa, 196p.
- Ortiz F. Um terço dos alimentos consumidos pelos brasileiros está contaminado por agrotóxicos. Disponível em: <<https://noticias.uol.com.br/saude/ultimas-noticias/redacao/2012/05/01/um-terco-dos-alimentos-consumidos-pelos-brasileiros-esta-contaminado-por-agrotoxicos.htm>>. Acesso em: 01 jul 2020.
- Pessoa UCM, Oliveira KJA, Souza AS, Pimenta TA, Muniz RVS, Araújo Neto AG. 2017. Desempenho fisiológicos e crescimento do feijão-caupi, sob manejos de plantas daninhas. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável 12(2):246-250. <https://doi.org/10.18378/rvads.v12i2.5067>
- Primavesi A. 2018. Biocenose do solo na produção vegetal e Deficiência mineral em culturas: nutrição e produção vegetal. São Paulo: Expressão Popular, 608p.
- Queiroz LP, Cardoso D, Fernandes MF, Moro, MF. 2017. Diversity and evolution of flowering plants of the Caatinga domain. In: Silva JMC, Leal IR, Tabarelli M. (Eds.), The largest tropical dry forest region in South America, Cham: Springer International Publishing, Suíça, p. 23-63.
- Salazar A, Goldstein G, Franco AC, Miralles-Wilhelm F. 2011. Timing of seed dispersal and dormancy, rather than persistent soil seed-banks, control seedling recruitment of woody plants in Neotropical savannas. Seed Science Research 21(2):103-116. <https://doi.org/10.1017/S0960258510000413>
- Silva AMA, Coelho DI, Medeiros RP. 2008. Levantamento florístico das plantas daninhas em um parque público de Campina Grande, Paraíba, Brasil. Revista Biotemas 21(4):7-14. <https://doi.org/10.5007/2175-7925.2008v21n4p7>
- Siqueira-Filho JA. 2012. A Flora das Caatingas do Rio São Francisco - História Natural e Conservação. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Estúdio, 556p.
- Taiz L, Zeiger E, Moller IM, Murphy A. 2017. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. ed., Porto Alegre: Artmed, 858p.
- Talebi MR, Golparvar AR. 2013. Survey effect of solarization duration and thickness of polyethylene plastic sheets on the characteristics and seed bank of weeds. Scientia Agriculturae 2(2):26-32.
- Tavella LB, Silva NI, Fontes OL, Dias MRJ, Silva LIM. 2011. O uso de agrotóxicos na agricultura e suas consequências toxicológicas e ambientais. Agropecuária Científica no Semiárido 7(2):6-12. <http://dx.doi.org/10.30969/acsa.v7i2.135>
- Vieira AT, Magalhães MF, Silva MVC. 2017. Uso da terra como facilitador da degradação ambiental no município de Santa Quitéria, Ceará. Revista Brasileira de Geografia Física 10(4): 1329-1345. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v10.4.p1329-1345>

Witter WAA, Nohatto AM, Borges LB, Kaseker FJ, Rosa FFE, Madeira GL, Fermiano PA. 2019. Fitossociologia e supressão de plantas daninhas sob efeito da solarização e cobertura com capim-elefante. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável 9(1):56-63. <https://doi.org/10.21206/rbas.v9i1.3049>



Esta obra está licenciada com uma *Licença Creative Commons Atribuição Não-Comercial 4.0 Internacional*.